V★D★I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

BAND 72

ZWEIUNDSIEBZIGSTER JAHRGANG

1 9 2 8

MIT RUND
4000 ABBILDUNGEN IM TEXT
10 TAFELN UND 47 BILDBLÄTTERN

INHALT DER FORSCHUNGSARBEITEN
HEFT 297 BIS 309 UND 312
AUSZUG AUS DEM INHALT DER VDI-NACHRICHTEN

VDI-VERLAG G.M.B.H. BERLIN NW7

Namenverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — Kursiv — gedruckt.

Band I : Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 936. Band II: Heft 27 bis 52 Seite 937 bis 1940.

Seite

Sachverzeichnis

*** = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung**

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — kursiv — gedruckt.

Band 1: Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 936. Band 2: Heft 27 bis 52 Seite 937 bis 1940.

Tafelverzeichnis

Bildblattverzeichnis

Fachhefte

Inhalt der im Jahre 1928 herausgegebenen

Mitteilungen über Forschungsarbeiten

auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

VDI-Nachrichten

Aus dem Inhalt des Jahrganges 1928

In Anbetracht der großen Zahl der Beiträge und Mitteilungen in den VDI-Nachrichten kann nachstehend nur ein Teil der Beiträge nachgewiesen werden.

*** bedeutet Abbildung im Text. W bedeutet Aufsatz in der Beilage „Wirtschaft".**

Graphische Darstellungen in der Beilage „Wirtschaft"

Fachbeilagen

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 7. JANUAR Nr. 1

Der Maschineningenieur in technologischen Betrieben

Von Prof. A. Wallichs, Geheimer Regierungsrat, Aachen

Vorgetragen im Gauverband Rheinland-Westfalen des Vereines deutscher Ingenieure

Die Wichtigkeit der technologischen Betriebe in unserer Volkswirtschaft verlangt gründliche Ausbildung an Hochschulinstituten und andern Forschungsstätten. — Beispiele für den fördernden Einfluß des Ingenieurs auf die Steigerung der Leistung und Wirtschaftlichkeit von verarbeitenden Industrien: Textil- und Glasindustrie, Lederverarbeitung, Druckerei, Kartonnage- und Nahrungsmittelindustrie. — Zukunftsaufgaben.

Die Mängel der bisherigen technologischen Ausbildung des Ingenieurs

Infolge der uns im Friedensvertrag auferlegten Abgaben in Form von Vermögens- und Sachwerten, ferner infolge der in der Inflationszeit verursachten ungeheuren Vermögens- und Substanzverluste ist das deutsche Wirtschafts- und Erwerbsleben in eine Zwangs- und Notlage geraten, der wir nur mit den größten Anstrengungen und Mühen bei sparsamster Haushaltung Herr werden können. Mehr als andre mit uns auf dem Weltmarkte im Wettbewerb stehende Kulturvölker müssen wir durch unseren Industriefleiß ein im Vergleich zu früher erhebliches Übermaß an Werten schaffen, das allein uns die notwendige Ernährung und die Einfuhr von Rohstoffen im zwischenstaatlichen Warenaustausch bringen kann. Die zwingendste und an erster Stelle stehende Notwendigkeit ist also eine intensiv geführte Gütererzeugung.

Welche Rolle fällt nun dem Ingenieur, insbesondere dem Maschineningenieur, bei dieser Hauptaufgabe zu? Die in unsern Verhandlungen, in Büchern, Zeitschriften und Tagespresse vornehmlich behandelten Fragen beziehen sich meist auf die Entwicklung, Gestaltung und Herstellung der Kraft- und Arbeitsmaschinen für die großen Aufgaben der Ausnutzung und Verteilung der uns zur Verfügung stehenden Energien für Kraftbedarf, Wasserversorgung, Verkehr; für die Großerzeugung der Vor- und Halberzeugnisse im Bergbau und Hüttenwesen, für die chemischen und metallverarbeitenden Industrien u. a. m. Weniger behandelt, ja geradezu vernachlässigt, wurden die Aufgaben der sogenannten technologischen Betriebe, worunter wir namentlich die Verarbeitung von Faserstoffen, Holz, Stein, Glas, Leder und Kunststoffen, die Bedarfsindustrien des Bekleidungsgewerbes, wie die Näh-, Steck- und Haarnadel- und verwandten Druckknopfindustrien, vor allem auch die Herstellung unserer Nahrungsmittel, verstehen. Ein Blick in das statistische Jahrbuch für das Reich lehrt uns indes, daß sowohl bezüglich der darin beschäftigten Personen als auch bezüglich der erzeugten Gütermengen diese Industrien eine ganz bedeutende Rolle in der deutschen Volkswirtschaft spielen.

Aus welchen Gründen finden nun diese wichtigen Fachgebiete in den heutigen Lehrplänen der Technischen Hochschulen so wenig Berücksichtigung? Noch vor 20 Jahren bestanden an vielen Hochschulen die Lehrstühle für mechanische Technologie, die den Studierenden wenigstens einen Überblick gaben über die Vorgänge in den großen technologischen Industrien; ich erinnere an das Wirken von Redtenbacher, Karmarsch, Rühlmann, Fischer; dann Hermann an der Aachener Hochschule. Weshalb verließ man die Übersichtsvorlesungen? Man wollte die mechanische Technologie in die Einzelgebiete auflösen, um diese nun nicht mehr beschreibend, sondern von praktisch und theoretisch geschulten Sonderfachleuten zu behandeln, die man über sämtliche Hochschulen verteilte. Dies führte z. B. zu den Lehrstühlen für Papierfabrikation in Darmstadt, Brauereiwesen in München, Textilforschung in Dresden u. a. m.

Leider ist diese Lösung der Aufgabe durch technologische Sonderforschungsstätten in den Anfängen steckengeblieben. Trotz wiederholter und dringender Anträge auf die Schaffung von Lehrstellen und Laboratorien für die Sondergebiete wurden diese immer wieder gegenüber dem dringender erscheinenden Ausbau der allgemeinen Lehrgebiete zurückgestellt. Zwar haben die für manche Industriezweige eingerichteten Fachschulen dem dringendsten Bedürfnis nach fachmännischer Schulung des Nachwuchses an Beamten und Betriebsleitern abgeholfen und darin Tüchtiges geleistet, aber die tiefgründige Forschung, das Anpacken der Probleme mit allen Mitteln der planmäßig arbeitenden Erkenntnislehre auf allen Wissensgebieten, so wie wir es vorbildlich für die chemische Industrie in den zahlreichen chemischen Laboratorien kennen, haben für die technologischen Industrien gefehlt, oder zu spät mit ihren Arbeiten begonnen. Erst ganz jungen Datums sind Bestrebungen dieser Industrien, Forschungsstätten nach dem Vorbild der Kaiser-Wilhelm-Institute zu gründen.

Viele Fachkreise haben hier nicht immer die Tatkraft und die Weitsicht erkennen lassen, die die Bergbau-, Hütten- und chemische Industrie der Forschungsarbeit von jeher gewidmet haben. So erleben wir gerade jetzt hier im Westen, daß die sehr bedeutende Textilindustrie sich nicht zu einer wirksamen Tat, zur Gründung einer groß angelegten Textilforschungsstelle, aufraffen kann, sondern andern, viel weniger bedeutenden Bezirken hierin den Vorrang überläßt.

Die Notwendigkeit einer vertieften Ausbildung

Der eben erwähnten, in ungenügenden Anfängen steckengebliebenen Aufteilung des ganzen Gebietes in Einzellehr- und Forschungsstätten lag der an sich richtige Gedanke: „Lieber an wenigen Stellen tiefgründig als überall oberflächlich Beschreiben, Lehren und Forschen“, zugrunde, aber es bleibt doch der Mangel, daß der akademisch gebildete Maschineningenieur heute nichts oder nur sehr wenig auf der Hochschule von den so sehr wichtigen Fertigindustrien außerhalb der eisenverarbeitenden Gewerbe zu hören bekommt.

Von allen akademisch-technischen Ausbildungszweigen genießt wohl der Maschineningenieur die vielseitigste, den größten Teil der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Fächer umfassende Schulung, er ist daher geeignet und berufen, in den technologischen Betrieben die leitende und ordnende Hand zu verkörpern, er kann sich rasch und sicher in alle Sondergebiete einarbeiten, weil er die Grundelemente und Ursachen aller technischen Umbildungs- und Verwandlungsvorgänge am besten beherrscht, die allzufrüh einsetzende nur sonderfachliche Aus-

bildung ist selbst bei vorgezeichnetem Lebensweg nicht zu empfehlen, sie führt häufig zum allzu zähen Festhalten an althergebrachten Anschauungen und verhindert das Über-den-Dingen-stehen und den Antrieb, neue Wege einzuschlagen.

Vom Maschineningenieur kam die Einführung der Kraftmaschinen bei der Gütererzeugung, und damit auch die mächtige Entwicklung der kraftangetriebenen Arbeitsmaschine in ihrer äußerst vielgestaltigen Form. Eine gewaltige Steigerung der Gütererzeugung und damit eine ungeahnte Zunahme des allgemeinen Wohlstandes — wenn auch nicht immer in der richtigen Verteilung — war die Folge der Ausnutzung der Naturkräfte in Maschinen und damit der Entlastung der mit eigener Muskelkraft mühsam schaffenden Menschen.

Wir erzeugen im Deutschen Reiche zur Zeit etwa 18 Mill. PS motorischer Kräfte, nicht eingerechnet die im Verkehr wirkenden Lokomotiven, Kraftfahrzeuge und Schiffe. Würden wir nun alle männlichen Arbeiter einschließlich der Boten, Gehilfen und Schreiber in der Gesamtzahl von etwa 12 Mill. zur Erzeugung mechanischer Kraft einspannen, dann würden wir höchstens 1 Mill. PS erzeugen können, also nur $^1/_{18}$ der uns durch ortfeste Kraftmaschinen dienstbar gemachten. Aus diesen Zahlen kann man ermessen, in welch gewaltigem Umfange wir uns die Naturkräfte durch die Kunst der Ingenieure dienstbar gemacht haben.

Die Arbeitsmaschinen sind indessen nicht allein vom Maschineningenieur entwickelt und gestaltet worden; hierbei half der Sonderfachmann ohne technische Schulausbildung, und manche wesentliche Erfindung ist von ihm in die Welt gesetzt worden. In allen Berufen gab es stets geborene Genies, die sich ihre Ausbildung selber schafften; aber ihre Zahl ist klein, und man muß diese von der Natur so begünstigten Künstler zu den Ingenieuren rechnen. Die Fortentwicklung, im ganzen genommen, ist also der maschinentechnischen Erfindungs- und Gestaltungskunst zuzurechnen, und in den technologischen Industrien wäre man noch wesentlich weiter gekommen, wenn man sich noch mehr des Maschineningenieurs höherer Schule bedient hätte.

Einige Kennzahlen über die Mehrleistung in den technologischen Industrien infolge der Verwendung von halb- oder ganz selbsttätig wirkenden Maschinen gegenüber der Handarbeit werden die Bedeutung der maschinentechnischen Ausgestaltung im Arbeitsvorgang dieser Industrie in helles Licht rücken.

Der Ingenieur in den einzelnen verarbeitenden Industrien

Betrachten wir zunächst die wichtige, im Aachener Bezirk sogar alle andern Gewerbezweige an Bedeutung überragende Textilindustrie. Sie steht, selbst auf das ganze Deutsche Reich gerechnet, mit etwa 1 Mill. beschäftigter Arbeiter der Maschinen- und Apparateindustrie mit etwa 1,3 Mill. kaum nach. Die wichtigste Maschine ist hier der mechanische Webstuhl, der zwar schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt wurde, aber dann von Stufe zu Stufe in immer vollkommenerer Form auftrat und auch heute durchaus noch nicht am Ende seiner Entwicklung steht, da der ganz selbsttätig wirkende Webstuhl nur in geringem Umfange eingeführt werden konnte. Seine Leistung ist durch die Schußzahl bedingt, die bei dem Handwebstuhl zwischen 40 und 45 in 1 min schwankt und bei den mechanischen Webstühlen auf das Fünffache, auf 200 und darüber in 1 min durch die Kunst der Ingenieure gesteigert werden konnte. Durch das völlig selbsttätige Entfernen der abgelaufenen Spulen und das Einbringen neuer Spulen mittels eines sinnvollen Mechanismus, ferner durch Einführung des sogenannten Kettenfadenwächters[1]) gelang es, bis zu zwölf Webstühle der Obhut eines Arbeiters anzuvertrauen, d. h. also zum nahezu völlig selbsttätigen Betrieb überzugehen.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 324.

Auf den Arbeiter gerechnet, kann also heute — allerdings nur vereinzelt und für ganz bestimmte Gewebe — die selbsttätige Webmaschine das Sechzigfache des Handwebstuhles leisten. Die Maschinen der Spinnerei und die zwischen Spinnerei und Weberei stehenden sogenannten Spulmaschinen verschiedenster Art stellten an den Maschineningenieur in ihrer neuesten Entwicklung die höchsten Anforderungen, galt es doch, die Spulachsen, die bis zu 10 000 Uml./min machen, erschütterungsfrei und betriebsicher zu lagern.

In den wichtigen Fadenführungsmechanismen wurden die veralteten schweren Konstruktionen durch leichtere ersetzt. Die Antriebe erfuhren infolge Verwendung der Einzelmotoren und in Verbindung mit sinnvollen Kupplungen wesentliche Verbesserungen. In einer großen Anzahl von veralteten Betrieben können indes noch ganz wesentliche Ersparnisse bei zweckmäßigerer Anordnung der Fabrikeinrichtungen zueinander erreicht werden, und zwar derart, daß ein einheitlicher, unnötigen Hin- und Hertransport vermeidender Arbeitsweg vorgeschrieben wird; ferner aber auch durch eine strenge Regelung des Transportdienstes unter Vermeidung von langzeitigen Stapelungen im allgemeinen.

Planmäßig forschender Geist muß noch mehr als bisher in die Textilbetriebe einziehen. Die neu eingerichteten Forschungsinstitute können zwar die Einzelvorgänge wissenschaftlich untersuchen und neuen Verfahren den Weg zeigen, aber die Gesamtheit der Erscheinungen, das Zusammenwirken von Menschen und Maschinen, die Einflüsse von Licht, Luft und äußerer Umgebung auf Arbeitsleistung und Arbeitsfreude — alle diese Dinge können nur inmitten der Betriebe, im Gange der täglichen Arbeit gründlich beobachtet und auf ihre beste Wirksamkeit gebracht werden. Der akademisch gut vorgebildete Maschineningenieur mit zusätzlicher Ausbildung im Textilwesen im Forschungsinstitut der Hochschulen oder Fachschulen ist in erster Linie berufen, diesen wichtigen Zweig unserer Fertigindustrie auf die wünschenswerte Höhe zu bringen.

Wahre Glanzleistungen gestaltender Maschinenkunst sind die Strickmaschinen, ohne die wir dem heutigen großen Bedarf langer Strümpfe ratlos gegenüberständen. Der Entwicklungsaufstieg wird durch folgende Zahlen gekennzeichnet:

Eine fleißige Handarbeiterin hat große Mühe, ein Paar Strümpfe in 10 h fertigzustellen, die neuzeitliche Maschine braucht dazu nur 4 min, fertigt also in 8 h 120 Paar an.

Wenden wir uns der für den Aachener Bezirk fast ebenso wichtigen Nadelindustrie zu. Einst versorgte diese, zusammen mit der süddeutschen Nadelindustrie, den größten Teil des Weltbedarfes an Nadeln und ähnlichen Erzeugnissen wie Druckknöpfen, Schnallen, Fahrradspeichen und Nippeln, Uhrenteilen und ähnlichem. Der Krieg und die verstärkten Zollmauern ließen in andern Ländern und Erdteilen neue Wettbewerber erstehen, so daß die deutsche Arbeit zurückging. Eine Anzahl ungemein geistvoll ersonnener Maschinen und Hilfseinrichtungen kennzeichnet auch hier den Entwicklungsgang von reinem Handbetrieb zur maschinell betriebenen Großherstellung dieses eigenartigen und auf langjährige Erfahrung aufgebauten Fabrikationszweiges. Den Maschineningenieur fand und findet man nur selten in dieser Industrie, die ihrem Wesen nach mehr der Feinmechanik oder Uhrenindustrie zuneigt. An bedeutenden Erfindungen seien genannt: Die maschinelle Ausgestaltung, Härte- und Schleifverfahren, dann die von dem bedeutenden Aachener Konstrukteur Thyssen (Firma Schumacher) entworfene selbsttätige Kopffeil- oder Barträummaschine, ferner die selbsttätigen Maschinen für Nähmaschinen- und Sicherheitsnadeln und für den Abzähl-, Sortier- und Briefeinschlagvorgang. Abgesehen von einigen sehr beachtenswerten Fällen fehlt in dieser Industrie indes noch der neuzeitliche Geist der Rationalisierung, der es versteht, durch eine richtige Gesamtorganisation, durch Zeitstudien und Menschenauslese u. a. m. eine höhere Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

In der Glasindustrie vermochte die Flaschenblasmaschine von Owens dem Handarbeiter die ungesunde und mühevolle Bläserarbeit mit einer täglichen Leistung von 10 000 Flaschen bei zehn Mann Bedienung gänzlich aus der Hand zu nehmen[2]). Auf den Mann gerechnet, bedeutet dies die vierzigfache Leistung, da der Glasbläser es höchstens auf 250 Flaschen an einem Tag brachte.

Auf dem Gebiete der Spiegelglasherstellung[3]) sind in unserm engeren Bezirk in den letzten Jahren sehr beachtenswerte Fortschritte gemacht worden, die hauptsächlich einer Erfindung des Industriellen Max Bicheroux zu verdanken sind und in den Herzogenrather Glaswerken Bicheroux & Co. ihre Durchführung gefunden haben.

Seit der Erfindung des Chevalier de Dehou in Paris vor 200 Jahren wird das Spiegelrohglas nach dem sogenannten Tischwalzverfahren hergestellt. Hierbei wird der etwa 1 m³ flüssiges Glas enthaltende Hafen auf eine schwere eiserne Tischplatte von etwa 9×5 m² ausgegossen, während gleichzeitig eine gußeiserne Walze über den Gießtisch hinweggeführt wird und so die zähflüssige Glasmasse zu einer etwa 12 mm dicken Rohglasplatte von rd. 40 m² Fläche auswalzt. Dieser Vorgang muß wegen der infolge zu rascher Abkühlung auftretenden Wärmespannungen und Sprünge mit der größten Geschwindigkeit vor sich gehen. Vor allem bedarf es aber dabei einer vollkommenen Reinhaltung der Glasmasse und einer sehr erfahrenen Arbeitergruppe.

Daß diese Arbeitsweise während zweier Jahrhunderte im wesentlichen gleich geblieben ist und die Entwicklung nur in einer ins Außerordentliche gesteigerten Vergrößerung gelegen hat, ist darin begründet, daß die physikalischen Eigenschaften des Glases seiner Bearbeitung ganz enge Grenzen ziehen. Hinzu kommt, daß hier Versuche nur im größten Stile gemacht werden können, wobei das geldliche Wagnis dementsprechend abschreckend wirken mußte. Das Verdienst, dennoch eine Bresche in das Althergebrachte geschlagen zu haben, gebührt, wie gesagt, Bicheroux, der nach 15jährigen Arbeiten ein neues, in allen Kulturländern geschütztes Verfahren brachte, das seit zwei Jahren in Herzogenrath industriell arbeitet.

Diese Umwälzung stellte auch in maschinentechnischer Hinsicht die höchsten Anforderungen an alle am Gelingen beteiligten Mitarbeiter. Fachleute aus vielen Ländern der Erde kamen, um sich diesen großen Erfolg deutscher Ingenieurkunst anzusehen, so daß diese Anlage vorbildlich wurde für die im Bau begriffenen Anlagen in Amerika und dem übrigen Ausland.

Das nach diesem Verfahren hergestellte Rohglas ist besser als das nach dem alten Verfahren hergestellte und so gleichmäßig dick, daß das nachfolgende Schleifen wesentlich erleichtert wird. Da das entstehende Glasband in heißem Zustande beliebig zerschnitten werden kann, ist in Zukunft die Hafengröße, in der das Glas geschmolzen wird, unbeschränkt und im Gegensatz zu früher die Möglichkeit gegeben, auch Rohglas bis zu den geringsten Dicken herzustellen.

Anschließend an diesen Erfolg, hat das Deutsche Spiegelglas-Syndikat unter Leitung der Herzogenrather Glaswerke Bicheroux & Co. gleichfalls in Herzogenrath eine ausgedehnte Schleiferei errichtet, wo das Maschinenrohglas in 70 m langen Einrichtungen nach dem Fließverfahren bearbeitet wird. Dieses Verfahren stammt aus Amerika, von wo es seinen Weg über England nach Herzogenrath genommen hat; doch darf Herzogenrath für sich in Anspruch nehmen, daß es zum erstenmal auf diesem Gebiete die Frage der Fließarbeit einwandfrei für den Großbetrieb gelöst hat. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß gerade hierbei die Herzogenrather Ingenieure in hervorragender Weise durch Sachverständige der französischen Spiegelglasindustrie, dem Mutterlande dieser Industrie, unterstützt wurden. Ihrem erfolgreichen Mitarbeiten ist es zu verdanken, daß sich der Spiegelglasindustrie, von Herzogenrath ausgehend, ganz neue Aussichten eröffnen, indem die Vereinigung des Bicheroux-Verfahrens mit der Verarbeitung nach dem Fließverfahren vorbildlich für die nächste Entwicklung der Spiegelglasfabrikation zu werden verspricht.

Die Lederverarbeitung[4]) zum Schuhwerk und andern Lederwaren blieb viel länger der Hand vorbehalten als die Weberei und Spinnerei, wohl hauptsächlich deshalb, weil das Ausgangerzeugnis, die gegerbte Tierhaut, einmal sehr ungleichmäßig in der Fläche und Dicke ist und außerdem dem Angriff von Nadel, Ahle und Messer großen Widerstand leistet. Der Maschineningenieur überwand aber auch hier im Laufe der letzten Jahrzehnte die Schwierigkeiten. So folgte auf die zuerst gelungene Sohlen-Durchnäh- und Pflockmaschine eine ganze Anzahl sehr sinnreicher Schuhmaschinen, wie die Absatzaufnagel-, Absatzfräs- und Aufdoppelmaschine und die äußerst sinnvolle Überholmaschine, die in einer Bewegung das Oberleder von allen Seiten über den Leisten holt und auf der Brandsohle befestigt. Die Mechanisierung der Vorgänge war deshalb sehr schwierig, weil die Füße der Menschen eine sehr große Mannigfaltigkeit in der Form zeigen. Das Ausmessen der Flächen und Einteilen der Tierhaut in die einzelnen Schnittfiguren erforderte viel Zeit und Gewandheit. Die von Dr. Crain äußerst sinnvoll erdachte und gestaltete Lederflächen-Meßmaschine besorgt diese Arbeit in kürzester Zeit. Im einzelnen erzielten die Maschinen folgende Leistungen:

Art der Arbeit	Maschine	Handarbeiter	Vielfaches der Maschinenarbeit
	Paare in 1 Tag geleistet		
Überholmaschine	1000	100	10
Absatznagelmaschine	1000	18	60
Aufdoppelmaschine	500	5	100

Eine große Schuhfabrik kann mit 6000 männlichen und weiblichen Arbeitern 55 000 Paar Schuhe verschiedener Art täglich herstellen, also beinahe 10 Paar je Arbeiter, während die Handarbeit nur 1 bis 2 Paar, allerdings wohl in etwas höherer Güte, vollbringt.

Geradezu erstaunlich sind die Zeit- und Kostenerleichterungen, die der Maschineningenieur dem Druckereigewerbe[5]) einschließlich des Setzens brachte. Die von Deutschen in Amerika erfundene Monotype-Maschine, bei der mit Hilfe einer Schreibmaschinenklaviatur alle Typen (Buchstaben) zum Satz gefügt, von diesem ein Bleiabdruck in größter Geschwindigkeit geformt und gegossen, alle Typen sofort wieder gesondert und in ihre richtigen Taschen zur Wiederverwendung befördert werden, stellt eine wahre Glanzleistung der Ingenieurkunst dar. Ohne diese Maschine und die ihr kaum an Bedeutung nachstehende Umlaufschnellpresse wäre die schnelle Nachrichtenversorgung der in den großen Städten zusammengeballten Menschenmassen undenkbar. Der deutsche Maschineningenieur hat es verstanden, die deutsche Rotationsschnellpresse der amerikanischen gleichartigen Maschine an Leistungsmenge und an Betriebsicherheit völlig gleichzustellen. Eine sehr große Zeitungsdruckmaschine steht z. B. in Dortmund. Sie kann bei voller Ausnutzung 150 000 Zeitungen von 16 Seiten in 1 h herstellen. Sie ist 42 m lang bei 210 m² Bodenfläche und hat 250 000 kg Gewicht. Herstellerin ist die Maschinenfabrik Augsburg der MAN. Die Vervielfachungszahl gegenüber den Leistungen an den Handpressen geht in die Hunderte. Die Bilddruckverfahren haben dabei eine hohe Vollkommenheit erreicht. Erst die im letzten Jahrzehnt entwickelte Präzisionstechnik im Maschinenbau ermöglichte die notwendige Anlagegenauigkeit der Druckplatten.

Mit dem maschinellen Falten, Formen, Füllen und Bekleben der Pappschachteln in der Kartonnagenindustrie bei fließendem Arbeitsgang nahm man dem Menschen die vielgelästerte einförmige Arbeit ab[6]). Die Zigarettenschachteln werden ebenfalls völlig selbsttätig hergestellt und gefüllt, wobei eine Maschine die Arbeit von 50 Mädchen übernimmt; auch die Zigaretten selbst sind Maschinenarbeit, während die Zigarren noch zu 95 vH der Menschenhand bedürfen.

[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1611.
[3]) Z. Bd. 70 (1926) S. 213.
[4]) Hierüber erscheint demnächst ein Aufsatz in dieser Zeitschrift.
[5]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1241, 1344, 1489, 1578, ferner S. 1244 und 1278.
[6]) Z. Bd. 69 (1925) S. 917, 981.

In der Nahrungsmittelindustrie schuf der Maschineningenieur außer vielem anderm die Großmühle, in der schon seit Jahrzehnten alles vom Korn bis zum gefüllten und abgewogenen Mehlsack von oben nach unten unaufhörlich fließt, von Menschen nur geregelt und überwacht. Man sieht dort ganze Stockwerke unermüdlichen Wirkens und Schaffens ohne einen einzigen Menschen. 100 000 kg Korn bewältigt eine neuzeitliche Großmühle in einem Tag; gegenüber der Windmühle vielleicht das 50- bis 100fache.

Man könnte nun einwenden, daß die Verdienste des Maschineningenieurs, sein Schaffen und seine Aufgaben nicht in den Betrieben selbst liegen, sondern nur in der den eigentlichen Betrieben vorausgehenden Herstellung der Maschinen und Einrichtungen in den Maschinenfabriken. In den technologischen Betrieben selbst genüge der Fachmann oder Fachingenieur. Eine solche Trennung ist aber gerade verfehlt; denn ohne Kenntnis der Rohstoffe und ihrer besonderen Eigenschaften und ihres Verhaltens bei der Verarbeitung, ohne Miterleben des ganzen Werdens und Geschehens, kann auch die Maschine nicht erfunden und gestaltet werden. Deshalb muß der die Verarbeitung leitende Fachingenieur grundlegend in der Maschinenbaulehre mit ihren Hilfsfächern, der Mathematik und den Naturwissenschaften, ausgebildet werden. Nach einigen Jahren besonderer zusätzlicher Studien und praktischer Betätigung in dem gewählten Sonderfach ist er der berufene Leiter für die Sonderindustrien.

Es kommt aber noch ein anderer Grund hinzu, der den Maschineningenieur vor allen andern befähigt, nicht nur die Einzelvorgänge richtig zu erfassen, sondern die Gesamteinflüsse des ganzen Geschehens, der Zusammenwirkung von Mensch und Maschine, die Vorbereitung und Planung des Arbeitsablaufes im Sinne der Wirtschaftlichkeitserhöhung zu meistern. In keinem technischen Ausbildungsgang sind das Zeit- und das Wirtschaftlichkeitsproblem so eingehend miteinander verflochten wie in dem des Maschineningenieurs.

Der organisatorisch veranlagte Betriebsleiter muß Menschen erkennen und sie beeinflussen — besser noch mit fortreißen — können. Es waren in der Hauptsache Maschineningenieure, die in Zusammenarbeit mit Ärzten und Psychologen, die psychotechnische Berufeignungsprüfung und die seelische Beeinflussung des Menschen zur Erhöhung der Arbeitsfreude studierten und mit wirtschaftlichem Erfolge in die Betriebe einführten. Der große Meister Taylor führte vor 50 Jahren die Zeitstudien ein. Der Maschineningenieur Prof. Sachsenberg machte zuerst die Studien über die Leistungssteigerung durch Taktgebung während des Einschlagens von Päckchen. Der Gewinn an Zeit betrug im Durchschnitt 11 vH, die Arbeitslust war merklich gehoben. Bei Einübung unter rhythmischer Taktgebung betrug der Zeitgewinn bis zu 50 vH.

Die Maschinenbauabteilungen führten zuerst an den Technischen Hochschulen die Rechts- und Wirtschaftskunde und die Betriebsorganisation als Prüfungsfach ein.

Zukunftsaufgaben

Mehr denn je erfordert heute das vielgestaltige Wirtschaftsleben eine breite Allgemeinbildung, nicht nur Fachwissen. Sie kann und soll gepaart sein mit der Fähigkeit und dem Rüstzeug, in den eigentlichen Berufsaufgaben in die Tiefe zu dringen. In der richtigen Abgrenzung dieser beiden Forderungen im Ausbildungsgange gegeneinander liegt die Schwierigkeit für die Hochschulen. Wir Hochschullehrer hörten in der letzten Zeit sehr starke Kritik aus Industrie- und Wirtschaftsleben über die Art des Unterrichtes, hauptsächlich über ein Zuviel an Stunden und Übungsaufgaben. Wir sind nicht taub dagegen; denn wir sind uns wohl bewußt, daß nur durch ein Zusammenwirken von Wirtschaftsleben und Schule das Beste in der Ausbildung erzielt werden kann. Eingehende Beratungen haben zunächst in der Maschinenbau-Fakultät — im Zusammenwirken mit den Vertretern der Lehrgebiete Mathematik und Naturwissenschaften — bereits zu Beschlüssen über eine Erleichterung des namentlich in den ersten Studienjahren überlasteten Lehrplanes geführt, die hoffentlich das Ergebnis haben: Über die Freiheit zur Verstärkung der Tiefgründigkeit.

Wie notwendig wir den Geist und die Fähigkeiten des umfassend gebildeten weitblickenden Ingenieurs in allen Industrien, namentlich aber auch in den bisher zum Teil in diesem Sinne vernachlässigten technologischen Industrieen gebrauchen, habe ich zu erklären versucht. Die Gütererzeugungsfrage ist bei unserer heutigen Lage die Existenzfrage. Der Ingenieur ist berufen, den hervorragendsten Anteil an der befriedigenden Lösung zu übernehmen. Er darf und wird nicht versagen. [B 618]

Stützplatte für Schienenstöße

Der schwedische Ingenieur C. G. Blomquist hat eine neuartige Stützplatte für Schienenstöße von Eisenbahnen, Abb. 1 und 2, geschaffen. Die Stützplatte b umfaßt die eine Seite der Füße der Schienen a bis an den Steg. Auf der andern Seite hat diese Stützplatte b eine Aussparung, die von dem wagerechten Schenkel der Winkellasche c ausgefüllt wird. Auf der andern Seite liegt eine Lasche c_1 in üblicher Art. Die Platte b und die Winkellasche c werden auf den Holzschwellen mit Schienennägeln d befestigt. Die infolge der Aussparung der Stützplatte b entstehenden Zungen sind mit den Schienenfüßen durch Schraubenbolzen verbunden, wobei eine keilförmige Unterlegplatte e Verwendung findet. Neuerdings wird an Stelle einer gewöhnlichen Mutter eine selbstsichernde Climax-Mutter verwendet.

Nach den Angaben des Erbauers wurden bereits im Jahre 1923 zehn Schienenstöße dieser Bauart auf einer Strecke der schwedischen Staatsbahnen verlegt, die einen besonders lebhaften Verkehr hat. Sie sollen sich während der ganzen Zeit zur Zufriedenheit bewährt haben und keine Spur von Abnutzung zeigen. Der Erfinder weist darauf hin, daß beim Befahren der Schienenstöße, die derartig gestützt sind, keine Verlagerung der Schienen und somit keine Schlagwirkung auf das Rad auftritt.

[M 198] Rei.

Abb. 1 und 2 Stützplatte für Schienenstöße, Bauart Blomquist

a Schiene
b Stützplatte
c, c_1 Winkellaschen
d Schienennägel
e Unterlegplatte

RZ198Z1u.2

Berichtigung

Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen

In der Abhandlung von J. Brandl in Z. Bd. 71 (1927) Nr. 50 muß es auf S. 1761 am Schluß des dritten Absatzes richtig heißen: Um das geruchlose CO_2-Gas sinnlich empfindbar zu machen, werden stark riechende Substanzen wie Wintergrün-Äther u. dergl. zugesetzt. [N 1119]

Die internationale Gießereifachausstellung in Paris

Von U. Lohse, Hamburg

Veranstalter. — Übersichten über die einzelnen Ausstellungsgruppen: Rohstoffe, Gießereistoffe, Schmelzvorrichtungen, Gießereimaschinen und -Einrichtungen. — Einige neuartige Maschinen und Einrichtungen werden besonders beschrieben: u. a. Gießerei und Fließarbeit, Bonvillain & Ronceray; Walzenformpresse mit ununterbrochenem Arbeitsgang, Rosières; Druckluft-Sandschleudermaschine, Badische Maschinenfabrik Durlach; Sandfüllanlage mit zwei Preßrüttlern, Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabrik in Hannover-Hainholz; Umrollrüttler und Sandstrahl-Drehtisch, A. Gutmann A.-G., Hamburg. — Technisches Unterrichtswesen u. a. Ausstellungsgruppen. — Erfolg der Ausstellung.

Anläßlich des internationalen Gießereikongresses[1]) wurde vom 1. bis 21. September 1927 auf dem Ausstellungsgelände der Stadt Paris bei der Porte de Versailles vom Syndicat Général des Fondeurs de France eine Gießereifachausstellung veranstaltet. Sie kann zu den bedeutendsten Fachausstellungen gezählt werden, die in der Nachkriegzeit in Europa stattgefunden haben. Fast sämtliche namhaften Firmen der europäischen Gießereimaschinenindustrie hatten ausgestellt, einschließlich der in Europa vertretenen amerikanischen, so daß ein umfassendes Bild des neuesten Standes der verschiedenen Gießereimaschinen und -einrichtungen geboten war, bei dem besonders auch die deutschen Firmen sehr gut abgeschnitten haben.

Das Unternehmen stand unter dem Protektorat der französischen Regierung, die den Landwirtschaftsminister Queuille mit der Eröffnung beauftragt hatte. Auch die Regierungen Spaniens, Italiens, Luxemburgs und Belgiens hatten die Landesorganisationen, die geschlossene Sonderausstellungen von Gießereierzeugnissen ihrer Länder zusammengestellt hatten, unterstützt.

Die Ausstellung war in zwei großen Hallen und dem zwischen ihnen befindlichen geräumigen Platz im Freien unter Zeltbahnen untergebracht und sehr übersichtlich angeordnet. Von den fünf gebildeten Gruppen zeigten die ersten beiden

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1592.

Rohstoffe und Gießereierzeugnisse.

Die erste Gruppe, für Rohstoffe, umfaßte Roheisen und Sonderroheisen, Metalle und Legierungen, feuerfeste Erzeugnisse, Formstoffe aller Art, Elektroden, Kernstoffe, Kernöle und sonstige Hilfsstoffe.

Die zweite Gruppe war sehr reichhaltig und vereinigte sämtliche Arten von Gießereierzeugnissen, teils in rohem, teils in bearbeitetem Zustand. In Untergruppen wurden Gegenstände teils sehr großer Abmessungen und in vorzüglicher Ausführung gezeigt aus Stahlguß, Aluminium, Bronze, Kupfer, Grauguß, Perlit-, Temperguß und einigen Sondermetallen wie Alpaka, Edelmetall usw.

Besonders hervorragend war hier auch die französische Kunstgießerei mit größten und kleinsten Erzeugnissen vertreten, die sowohl in künstlerischer Auffassung als auch in ihrer technischen Ausführung einen hohen Grad von Vollendung aufwiesen und die Bewunderung der Besucher mit Recht auslösten.

Vorzüglich waren auch die großen Stahlgußteile, die besonders die italienische Abteilung in Gestalt von Schiffssteven, Rudersteven usw. zeigte. Ferner sah man Dieselmaschinenzylinder, Lokomotivzylinder, Heizkörper, Öfen in den verschiedensten Ausführungen, meist emailliert, Sanitätsguß, Rohrguß usw. der französischen und belgischen Werke. Sonderbarerweise war nur ein einziges Schleuder-

Abb. 1 und 2
Gießerei mit Fließarbeit von Bonvillain & Ronceray

a Sandzuteiler, *b* Sandförderer, *c* Sandbehälter, *d* Formmaschinen, *e* Kuppelofen, *f* Gichtaufzug, *g* Akkumulator, *h* Hängebahn, *i* Formenförderer, *k* Kastenrückförderer, *l* Altsandzuteiler, *m* Sieb, *n* Roheisen, *o* Koks, *p* Formsand, *q* Kernsand, *r* Kernmacherei, *s* Gebläsetisch

gußrohr ausgestellt, das jedenfalls bei einem Vergleich mit den 1925 in Düsseldorf ausgestellten deutschen Rohren gleicher Art nicht gerade sehr günstig abschnitt.

Die dritte Gruppe wurde gebildet aus den

Schmelzvorrichtungen, Gießereimaschinen und -einrichtungen.

In Untergruppen waren zusammengefaßt: Schmelzöfen und Gebläse, Sandaufbereitungsmaschinen, Formmaschinen, Gießmaschinen, Fördereinrichtungen, Putzmaschinen, Prüfmaschinen und Laboratoriumseinrichtungen, Heizung, Lüftung und Beleuchtung und Werkzeuge.

Diese Gruppe war wohl die größte und wirklich international. Die meisten Maschinen waren im Betriebe zu sehen. Man gewann den Eindruck, daß ebenso wie in Deutschland auch in den andern europäischen Industrieländern die Mechanisierung der Gießereibetriebe einen starken Aufschwung genommen hat, daß wir daher alle Veranlassung haben, die im Ausland auf diesem Gebiet gemachten Fortschritte wohl zu beachten, wenn wir die führende Stellung, die wir heute noch in Europa auf dem Gebiete des Gießereimaschinenbaues haben, nicht verlieren wollen. Daher muß ganz besonders begrüßt werden, daß unsre deutschen Firmen mit ihren neuesten Erzeugnissen, die sie bei dieser Gelegenheit teilweise zum ersten Male der Öffentlichkeit vorführten, und ansehnlichen Ständen nicht nur gut vertreten waren, sondern auch sehr viel Beachtung und Anerkennung für ihre Leistungen fanden.

Der verfügbare Raum verbietet es leider, an dieser Stelle im einzelnen auf die Gegenstände dieser Gruppe näher einzugehen. Der Bericht muß sich darauf beschränken, einige besonders beachtenswerte und neue Einrichtungen aus der großen Zahl des Gebotenen herauszunehmen. Durch diese Auswahl soll keineswegs etwa ein Werturteil insofern gefällt werden, als verdienten die andern, nicht beschriebenen Einrichtungen weniger Beachtung. Ganz allgemein kann vielmehr gesagt werden, daß Minderwertiges überhaupt nicht ausgestellt war. Daher ist es den Preisrichtern sicher nicht leicht geworden, aus dem vielen Guten das Beste herauszufinden.

Beim Betreten des Ausstellungsgeländes fiel zunächst ein großer zeltartiger Bau auf, in dem die Firma Bonvillain & Ronceray, Coisy-le-Roi bei Paris, ihre wichtigsten Erzeugnisse zu einer neuzeitlichen Gießerei mit Fließarbeit zusammengestellt hatte, die im dauernden Betriebe war, Abb. 1 und 2. Die Schmelzeinrichtung besteht aus einem Kuppelofen *e* mit allem Zubehör, während an der entgegengesetzten Schmalseite des Standes die Sandaufbereitung aufgestellt ist. Die Mitte der Anlage nehmen sieben Formmaschinen *d* der verschiedensten Art ein, denen der Sand von den darüberliegenden Behältern aus nach Öffnen der Bodenschieber in gewünschter Menge zufällt. Um die Maschinen herum läuft ein Rollenförderer *i*. Hier werden die Formen neben den Maschinen auf Formbrettern abgesetzt. Sie gelangen dann in den Bereich der Hängebahn *h*, an deren Katze die Gießpfanne hängt. Dort werden sie ausgegossen und durchlaufen eine Kühlstrecke bis an das hintere linke Ende des Förderers. Hier werden sie über einem Rost entleert. Die Gußstücke werden nach Abschlagen der Eingüsse und Steiger auf dem neben dem Entleerrost stehenden Sandstrahlgebläse *s* geputzt, während der durchfallende Sand durch ein Becherwerk der Sandaufbereitung zugeführt wird, um dort mit einer entsprechenden Menge Neusand vermischt und aufbereitet zu werden. Der fertig aufbereitete Sand läuft über einen hochliegenden Sandzuteiler *a* einem Sandförderer *b* zu, der ihn wieder in die über den Maschinen hängenden Sandbehälter *c* bringt. Die leeren Formkasten gelangen über einen an den Formmaschinen entlanggeführten zweiten Rollenfördererstrang *k* wieder zu den Formmaschinen zurück.

In geschickter Weise war dieser Gießereizusammenbau benutzt, um daneben auch die Sondererzeugnisse der Firma zu zeigen, von der ausschließlich durch Druckwasser angetriebene Formmaschinen[2]) gebaut werden, die allerdings durch mancherlei Verbesserungen zu einer hohen Leistungsfähigkeit entwickelt worden sind.

Große Beachtung fand von den französischen Firmen weiter die Société Anonyme des Usines de Rosières, Bourges, mit ihrer in ununterbrochenem Arbeitsgang wirkenden Walzenformpresse, Abb. 3 und 4. Auf ihr können Kasten bis zu den Abmessungen $1200 \times 800 \times 105\ mm^3$ verwendet werden. Mittels Zahnstangentriebes werden auf einer geschlossenen Rollenbahn sechs Stiftabhebevorrichtungen dauernd herumbewegt. Sie tragen abwechselnd je ein Modell für den Unter- und Oberkasten. Bei *a* wird der Kasten auf die Modellplatte aufgesetzt, der dann beim Durchlaufen unter dem Behälter bei *b* mit Sand gefüllt wird. Bei *c* steht der Former, der den Sand etwas verteilt und beim Vorhandensein von Schoren ihn unter diesen festdrückt. Der so vorbereitete Kasten gelangt bei *d* unter die aus drei wagerechten Walzen bestehende Presse, wo der Sand verdichtet wird. Sofort nach dem Austreten aus der Presse wird bei *e* die gepreßte Form selbsttätig abgehoben. Mittels eines doppelarmigen Schwenkkranes wird sodann der Kasten — zunächst eine Unterkastenform — von den Abhebestiften abgenommen und auf

Abb. 3 und 4
Formmaschine mit Walzenpresse und ununterbrochenem Formbetrieb (Rosières)

a Aufsetzen des Modellkastens
b Form wird mit Sand gefüllt
c Sandverteilung durch den Former
d Walzenpressen
e selbsttätiges Abheben der Form

[2]) Z. Bd. 53 (1909) S. 1681.

Abb. 5
Stand der Badischen Maschinenfabrik, Durlach
a Sandstrahl-Putztrommel mit mechanischer Beschickung *b* Drucklufterzeugung

die neben der Maschine angeordnete Rollbahnstrecke abgesetzt. Inzwischen ist der folgende Oberkasten gleichfalls abgehoben. Er wird mit dem andern Arm des Schwenkkranes gleichfalls aus dem Bereich der Maschine gebracht und sofort auf den Unterkasten abgesenkt. Die fertige Form wird nunmehr auf dem Rollbahntisch weitergeschoben.

Die Tischplatten der Abhebevorrichtungen sind, den wechselnden Kastenhöhen entsprechend, in ihrer Höhenlage einstellbar. Auch der die drei Preßwalzen tragende Rahmen kann durch Drehen an einem Handrad in seiner Entfernung von dem Kastenrand eingestellt werden. Auf diese Weise ist eine Regelung der Sanddichte möglich. Für höhere Formen kommt die Maschine wohl kaum in Frage, weil dann die senkrechten Sandschichten beim Durchgang von den Walzen infolge der unvermeidlichen starken Tangentialkomponenten der Reibungskräfte schräg gegeneinander verschoben werden würden, so daß eine sehr ungleichmäßige Verdichtung eintreten dürfte. Für niedrige Formen, wie sie z. B. beim Gießen von Herd- und Ofenplatten verwendet werden, ist die Einrichtung sicher sehr gut brauchbar und wirtschaftlich. Sämtliche Bewegungen der Maschine werden von einem auf dem Walzengestell befestigten kleinen Elektromotor oder einer Riemenscheibe aus betätigt.

Die Maschine ist sehr leistungsfähig, da sie die Modellplatten für drei Unter- und drei Oberkastenformen abwechselnd hintereinander unter der Presse hindurchzieht, also gewissermaßen sechs Abhebemaschinen in sich vereinigt. Nach Angaben der Firma sind sechs Leute imstande, mit der Maschine eine vollständige Form $1200 \times 800 \times 105$ mm² in 40 s im Dauerbetrieb herzustellen, d. h. in 1 h 90 und in achtstündiger Schicht 720 Formen. Demgegenüber brauchen bei zwei durch Druckwasser angetriebenen Formmaschinen gleicher Kastengröße, je eine für Unter- und Oberkasten, drei Mann zum Herstellen einer gleichen Form mindestens 3 min. Die beschriebene Maschine leistet also dasselbe mit sechs Mann wie neun mittels Druckwasser betätigte Maschinen mit 13 Mann. Mit der erwähnten Kastengröße preßt die neue Maschine 20 bis 25 m³/h Sand, ein Ergebnis, das bisher wohl noch von keiner Formpresse erreicht worden ist.

Die Unterhaltung der Maschine ist sehr einfach, da alle Teile leicht zugänglich sind. Zu ihrem Bau sind lediglich die üblichen Maschinenelemente benutzt; besonders starkem Verschleiß ausgesetzte Teile, die häufiger ersetzt werden müssen, sind nicht vorhanden.

Neuartige Handpreß-Formmaschinen mit im seitlich ausschwenkbaren Holm untergebrachter Handpresse zeigte die Firma A. Marillier, Saint-Loup-sur-Semouse.

Der weitaus größte Teil aller Formmaschinen wurde durch Druckluft betätigt. Die Druckwasser-Formmaschinen scheinen allmählich zu verschwinden, man konnte dies auch schon auf den Fachausstellungen in London 1926 und Düsseldorf 1925 beobachten. Der Grund dürfte in erster Linie in der leichteren Ortbeweglichkeit und in dem Umstande zu suchen sein, daß sich die Verwendung von Druckluft in den Gießereien in den letzten Jahren überhaupt stark verbreitet hat, man es aber vorzieht, nur ein Kraftmittel mit zentraler Erzeugung zu haben.

Die Firma Glaenzer & Perraud, Paris, hatte einen großen Park von Rüttlern und Rüttelpreß-Formmaschinen ausgestellt, die nach den Patenten der amerikanischen Firma Nicholls Co., Brooklyn, in Frankreich gebaut werden. Die Firma A. Sisson-Lehmann, Charleville, führte Handformpressen mit senkrecht hochklappbarem Preßholm vor nebst Sandstrahlgebläsen. Luftdruckrüttler und Preßrüttler der Firma Osborn Mfg. Co., Cleveland, sah man auf dem Stande der Firma Allied Machinery Co., Paris, in zweckmäßiger und einfacher Ausführung. Daneben fand eine neue Sandaufbereitmaschine, Patent Leber, viel Beachtung. Der aufzubereitende Sand wird auf ein schrägliegendes endloses und schnell umlaufendes breites Band geworfen, das mit kratzenartigen Zähnen besetzt ist. Der Sand wird in hohem Bogen aus der Maschine geschleudert, Unreinigkeiten werden zurückgehalten und fallen zu Boden. Ähnliche Sandscheider sah man auf dem Stande der Firma Ullrich, Leipzig. In Amerika sind sie unter der Bezeichnung The Royer[3]) schon länger bekannt.

Die Sandschleudermaschinen[4]) der Firma Beardsley & Piper Co., Chikago, führte die französische Vertreterin Fenwick, Frères & Co., Paris, im Betriebe vor, und zwar je eine Trecker-Bauart und eine tragbare Bauart in ausgezeichneter Werkstattausführung. Außerdem wurde eine Druckluft-Kernformmaschine, Bauart Demmler, ebenfalls amerikanischen Ursprungs, gezeigt und ein Royer.

Die Stände der deutschen Sonderfirmen befanden sich in der großen Halle, in der vorzugsweise die Gießereimaschinen untergebracht waren.

Abb. 5 zeigt den Stand der Badischen Maschinenfabrik, Durlach. Er umfaßte eine vollständige selbsttätige Sandaufbereitung mit Rückförderung des gebrauchten und Zubringung des aufbereiteten Sandes zu den einzelnen Maschinen, einen Großrüttler mit Stoßfang für 800 kg Hubgewicht mit Wendeplattenabhebung, durch Druckluft betätigt, verschiedene ortfeste und ortbewegliche Druckluft-

[3]) Deutscher Lizenznehmer ist die Firma Graue A.-G., Langenhagen in Hannover.
[4]) Z. Bd. 69 (1925) S. 135.

Abb. 6
Sandschleuder-Formmaschine mit Druckluftbetrieb der Badischen Maschinenfabrik, Durlach

Abb. 7
Schnitt durch die Sandschleuder-Formmaschine, Abb. 6

a Druckgerät
b Vorratbehälter
c Absperrventil
d Elektromotor
e Zuteilteller
f verstellbarer Abstreifer
g Schlauch
h Blasdüse

Formpressen, z. T. mit eingebautem Rüttler, eine große Sandstrahl-Putztrommel neuester Bauart mit mechanischer Beschickung, *a* in Abb. 5, und sämtliche Einrichtungen zur Erzeugung der Druckluft für alle Maschinen, *b* in Abb. 5.

Die größte Beachtung, vielleicht von allen Maschinen der ganzen Ausstellung, erweckte die neue Sandschleuder-Formmaschine mit Druckluftbetrieb, Abb. 6 und 7, die bei dieser Gelegenheit zum erstenmal der breiten Öffentlichkeit vorgeführt wurde. Die neue Einrichtung besteht aus einem Druckgerät *a*, Abb. 7, von etwa 1,5 m³ Inhalt und aus einem darüber gebauten Vorratbehälter *b*, der unten durch ein Absperrventil *c* abgeschlossen werden kann. Am Boden des Druckkessels ist ein durch den Elektromotor *d* in langsame Umdrehung (5 bis 6 Uml./min) versetzter Zuteilteller *e* angebracht. Durch den verstellbaren Abstreifer *f* wird die entsprechende Sandmenge vom Zuteilteller *e* abgestrichen und gelangt in den unter ihm eintretenden Luftstrahl, der den Sand in den Schlauch *g* fördert, durch den er zur Blasdüse *h* gelangt. In der besonders für diesen Zweck gestalteten Düse werden Sand und Luft in sehr einfacher Weise getrennt, so daß ein gleichmäßiger, ununterbrochener Sandstrahl in die Form gelangt, wo er so verdichtet wird, daß man auch den Sandrücken nicht nachzustampfen braucht. Da die Düse mit der Hand bedient wird und ohne Schwierigkeit auch schräg gehalten werden kann, ist selbst bei steilen Modellwänden und entsprechend gestalteten Schoren ein gleichmäßiges Sandverdichten möglich. Die Sandverluste sind gering.

Mit dieser Sandschleuder-Formmaschine können 100 bis 300 l/min Sand gefördert werden, wobei der Bedarf an angesaugter Luftmenge je nach der gewünschten Verdichtung 5 bis 8 m³/min beträgt. Der Luftdruck schwankt zwischen 1,5 und 2,5 at. Schlauchlängen bis zu 20 m lassen sich anstandlos verwenden, ohne daß eine wesentliche Abnutzung der Schlauch- und Düsenwände eintritt.

Weil sowohl der Luftdruck als auch die dem Luftstrom zugeteilten Sandmengen während des Betriebes leicht verändert werden können, verfügt die Maschine über eine außergewöhnlich große Anpassungsfähigkeit an eine bestimmte Sandart, eine bestimmte Sandmenge und jeden verlangten Grad der Sandverdichtung.

Da die Maschine eines besonderen Unterbaues nicht bedarf, kann man sie mittels Kranes an den jeweiligen Gebrauchsort stellen; sie kann auch fahrbar eingerichtet werden. Wenn man bedenkt, daß ein geübter Handformer zum Feststampfen von 1 m³ Formsand über einem Modell je nach dessen Gestalt 4 h und mehr braucht, so erkennt man ohne weiteres den sehr großen Zeitgewinn, der mit der Maschine erreicht wird.

Je größer die Formen, um so stärker wird natürlich der wirtschaftliche Vorteil des neuen Sandverdichtungsverfahrens sein. Bei zweckmäßiger Einordnung in eine Fließstrecke lassen sich aber auch für kleinere Formstücke erhebliche Vorteile von ihrer Verwendung erwarten, wenn man ununterbrochen die zu verdichtenden Formen so schnell hintereinander zuführt, daß der Sandstrom nicht nach jeder Form abgestellt zu werden braucht[5]).

Einen guten Überblick über den Stand der Firma Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabriken, Hannover-Hainholz, gibt Abb. 8. Auch diese Firma hatte ihre sämtlichen Formmaschinen mit Druckluftbetrieb ausgerüstet. Man sah zwei Maschinen mit Rüttel- und Preßvorrichtung, eine mit Wendeplatte, *i* in Abb. 8, die andre mit Abstreifplatte ausgerüstet. Beide arbeiten zusammen mit einem Doppelsandbehälter. Den Sand führt man mittels einschwenkbarer Sandkasten zu, die genau die zum Füllen des auf der Maschine stehenden Kastens erforderliche Sandmenge enthalten. Auf der Wendeplattenmaschine dauert das Herstellen einer Kastenformhälfte von 500 × 400 mm² etwa 1 min, auf der Abstreifmaschine rd. ¾ min.

Bei einem Wendeplattenrüttler *c* mit Modellaushebung von Hand ist das zeitraubende und ermüdende Aufstampfen durch den Einbau eines Kleinrüttlers ersetzt. Daneben hatte man eine fahrbare Druckluft-Formpresse mit Stiftabhebung *d* aufgestellt. *e* in Abb. 8 zeigt eine Rüttelformmaschine mit Nachpressung durch Handhebel und Abstreifplatte zum Herstellen von Formen für hohe zylindrische Büchsen.

Im Hintergrunde, *f* in Abb. 8, war ein Großrüttler mit Stoßfang von 1200 × 1200 mm² Tischfläche und 2000 kg Hubkraft aufgestellt.

Weiter wurden gezeigt: eine Maschine zum Herstellen von Sandblockformen nach dem Verfahren der alten Druckwasser-Leedermaschine, *g* in Abb. 8, die zum ersten Male mit Druckluft betrieben vorgeführt wurde, weiter eine Formmaschine für Stufenriemenscheiben bis 1000 mm Dmr., eine Kernformmaschine, ein Kernrüttler, Abb. 8 *a*, eine Handformmaschine mit Abstreifplatte, Abb. 8 *b*, eine Zahnrad-Formmaschine, Abb. 8 *h*, und einige Schleifmaschinen, Abb. 8 *k*.

Starke Beachtung fand auch der ausgestellte Formsandprüfer, Bauart Reitmeister[6]), der ein einwandfreies Feststellen der Luftdurchlässigkeit und Bindefestigkeit des Formsandes gestattet.

Die Firma Alfred Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Altona-Ottensen, Abb. 9, hatte die neue verbesserte Bauart ihres Umrollrüttlers[7]), Abb. 9 *a*, ausgestellt, der sich besonders zum Einformen hoher und steilwandiger Mo-

[5]) Vergl. „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1820.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1033.
[7]) Z. Bd. 67 (1923) S. 456.

Abb. 8. Stand der Firma Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabriken A.-G., Hannover-Hainholz

a Kernrüttler
b Handformmaschine mit Abstreifplatte
c Wendeplattenrüttler mit Modellaushebung von Hand
d Fahrbare Druckluft-Formpresse mit Stiftabhebung
e Rüttelformmaschine mit Nachpressung durch Handhebel
f Großrüttler mit Stoßfang
g Sandblockformmaschine mit Druckluftbetrieb
h Zahnrad-Formmaschine
i Preßrüttler
k Schleifmaschine

Abb. 9. Stand von A. Gutmann, A.-G., Altona-Ottensen

a Umrollrüttler
b Sandstrahlputztrommel
c Drucksandstrahlgerät
d Drehtisch-Sandstrahlgebläse
e Selbsttätiges Drucksandstrahlgerät

delle eignet. Der Aushebehub ist entsprechend der wechselnden Kastenhöhe einstellbar, daher tritt kein unnötiger Luftverbrauch ein. Beachtung fand der sich selbsttätig einstellende Ablegetisch. Die Steuerung für Rütteln, Umrollen und Ausheben erfolgt durch einen einzigen Steuerhebel.

Abb. 9 *b* zeigt eine kleine Sandstrahl-Putztrommel mit fester Düse, Abb. 9 *c* das neue Druckgerät zur Erzeugung des Drucksandstrahls.

Bei dem großen Drehtisch-Sandstrahlgebläse, Abb. 9 *d*, ist das Druckgerät unmittelbar auf dem Tischgehäuse angeordnet, um längere Anschlußleitungen zu den sich drehenden Düsen zu vermeiden. Das Gerät arbeitet vollkommen selbsttätig. Der Sand fließt durch ein Kippgefäß mit Hebel, das oben auf dem Druckkessel befestigt ist und, je nachdem die eine oder andre seiner Kammern voll oder leer ist, nach links oder rechts überschlägt, wodurch die entsprechenden Ventile betätigt werden.

Die Firma F. G. Kretschmer & Co., Frankfurt a. M., führte die neuesten Bauarten der Tabor-Maschinen vor, als deren deutsche Lizenznehmer die Firma schon lange Jahre tätig ist, u. a. eine große Rüttelformmaschine von besonders niedriger Bauart mit prismatischem Ambos und Stoßfang, eine fahrbare Rüttel-Preßformmaschine, eine feststehende Druckluftformpresse und einen fahrbaren Rüttler. Viel beachtet wurde auf dem Stande auch die mit Druckluft betätigte Kernblasmaschine[8]) von Demmler & Bros., Kewanee, Illinois. Die Kerne stellt man durch Einblasen des Kernsandes in den Kernkasten her.

Eine große Zahl von mehr oder weniger selbsttätig arbeitenden Sandaufbereitanlagen war auf den verschiedensten Ständen zu sehen. Außer den bereits erwähnten waren beachtenswert: Die Universalmaschine Planet der Firma Peter Hammers, Karlsruhe, die in einfacher und leicht zugänglicher Form Sieb, Kollergang und Mischmaschine vereinigt; ferner die Anlagen der Firmen Ullrich, Leipzig, Ketin & Tiriart, Selessin-lez-Liège, Baillot & Co., Saint Ouen-sur-Seine, Gernelle-Danloy, Rouen.

Von den ausgestellten Öfen seien genannt: ein Elektroofen der Firma Société d'Etudes et de Constructions Métallurgiques, Paris, mit kreisendem Lichtbogen, Kippöfen mit Koks- und Ölfeuerung von der Firma Pénicud, Bagnolet-Paris. Ölgefeuerte Öfen hatten auch die Firmen Hirsch & Co., Bagnolet, und Marshall, Paris, ausgestellt.

Auf die vielen Fördereinrichtungen für wagrechte, senkrechte und schräge Bewegung von Werkstoffen aller Art, mit elektrischem, Transmissions- und Handantrieb, die man auf den Ständen vieler Firmen in z. T. neuartiger und zweckmäßiger Ausführung sah, kann hier nicht näher eingegangen werden.

Ganz besondere Beachtung verdiente ein naturgetreues maßstäbliches Schnittmodell der ganz auf Fließarbeit eingestellten neuen Gießerei der Citroën-Werke, Clichy bei Paris. Sämtliche Fördereinrichtungen und Maschinen waren in Bewegung, so daß der Herstellgang ausgezeichnet beobachtet werden konnte. Vor dem Modell war auf dem Fußboden die Schnittzeichnung eines Citroën-Wagens in natürlicher Größe ausgebreitet. Die Zeichnung war von einem hufeisenförmigen Tisch umgeben, auf dem sämtliche Teile des Wagens in wirklicher Ausführung standen. Durch schmale Bänder waren die Teile mit den betreffenden Stellen der Zeichnung verbunden, so daß man ohne weiteres das gezeichnete Stück mit der Ausführung vergleichen konnte. Diese Art der Zusammenstellung war außerordentlich lehrreich.

Die vierte Gruppe bildete das

technische Unterrichtswesen.

An der Hand von Bildern, Zeichnungen, Schülerarbeiten, Versuchsprotokollen, Lehrbüchern und Unterrichtsmitteln zeigten die verschiedenen Anstalten die Wege, auf denen sie den Nachwuchs an Gießereiingenieuren ausbilden. Von französischen Anstalten hatten ausgestellt: Ecole Bréguet, Ecoles Nationales d'Arts et Métiers (Aix, Angres, Châlons, Cluny, Lille, Paris), Ecole Centrale des Arts et Manufactures, Ecoles Nationales Professionelles (Armentières, Epinal, Nantes, Vierzon Voison), Ecoles Pratiques de Commerce et d'Industrie (Charleville, Denain, Le Havre, Marseille, Tourcoing), Ecole Supérieure de Fonderie, Paris, Groupe des Industries Métallurgiques mécaniques et connexes des la Région Parisienne, Institut Catholique d'Arts et Métiers de Lille, Institut Polytechnique l'Ouest à Nantes. Belgien war durch die Université de Travail de Charleroi vertreten. Von deutschen Schulen hatten ausgestellt: Technische Hochschulen Aachen und Breslau, Bergakademie Clausthal, Maschinenbau- und Hüttenschule Duisburg; außerdem zeigte der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen seine bekannten, ausgezeichneten Lehrgänge. Die Tschechoslowakei hatte eine Sammelausstellung mehrerer ihrer Fachschulen zusammengestellt. Das Studium der reichhaltigen Unterlagen war für den deutschen Fachmann besonders bemerkenswert, weil festgestellt werden konnte, daß weder die Leistungen noch die Einrichtungen der deutschen Anstalten einen Vergleich mit denen andrer Staaten zu scheuen brauchen.

In dieser Gruppe war auch eine Sammelausstellung der internationalen Gießereifachpresse untergebracht, sowie eine Ausstellung von Wettbewerben aus der Gießereipraxis vom Lehrling bis zum leitenden Ingenieur.

Besondere Aufmerksamkeit verdiente eine kleine aber wertvolle geschichtliche Ausstellung, die, unter Führung des Museums in St. Germain zusammengestellt, an der Hand kleinerer Modelle, Bilder und Zeichnungen einen Rückblick über die Entwicklung des Gießereiwesens bot.

Die fünfte Gruppe umfaßte eine Darstellung der Tätigkeit des Arbeitsnachweises und der sozialen Fürsorge der Association Amicale et Mutuelle de Fonderie et des Industries qui s'y rattachent in Paris.

Die Zahl der Ausstellungsstände betrug über 300. Der Besuch war sehr rege, auch sollen die Aussteller mit dem geschäftlichen Ergebnis des Unternehmens größtenteils sehr zufrieden gewesen sein. [B 971]

[8]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1408.

Neuere Grubenlampen zur Wetteruntersuchung

Neben dem bereits bekannten Schlagwetteranzeiger Wetterlicht[1]) ist jetzt von Gulliford ein neuer Schlagwetteranzeiger in Verbindung mit einer elektrischen Grubenlampe durchgebildet worden, der jedoch nicht wie der Schlagwetteranzeiger Wetterlicht den Methangehalt in vH genau angibt, sondern nur als Schlagwetteranzeiger an sich dienen soll. Er besteht in der Hauptsache aus einem Platindrähtchen, das in den Stromkreis der Lampe eingeschaltet wird und den Grubenwettern in einer schlagwettersicheren Kammer zugänglich ist. Beim Einschalten des Untersuchungsdrähtchens in den Stromkreis der Lampe wird der Widerstand des Stromkreises verdoppelt und Draht wie Glühbirne glühen rot. Der glühende Draht verbrennt das in den Grubenwettern enthaltene Methan auf seiner Oberfläche und schmilzt bei bestimmter Höhe des Methangehaltes; infolgedessen wird der Stromkreis unterbrochen und die Lampe erlischt. Die Schlagwetter-Untersuchungsvorrichtung kann entweder durch Betätigen des bekannten Schleifkontaktes (Verdrehen des Lampenoberteils gegen das Unterteil) oder durch Druckknopfschalter ein- und ausgeschaltet werden. Durchgebrannte Drähte sind leicht gegen neue an bestimmten Stellen unter Tage auszuwechseln. Die Vorrichtung hat sich in einem langen Versuchsbetriebe bewährt[2]).

Eine Vorrichtung zum Anzeigen von Kohlensäure mittels elektrischer Grubenlampen ist von Prof. Martiensen entwickelt worden. Die Erfindung ist darauf gegründet, daß bei kohlensäurehaltiger Luft durch Absorption der Kohlensäure mittels Natronlauge in einer Untersuchungskammer ein Unterdruck entsteht. In der gegenwärtigen Ausführung kann die über der Lampe angeordnete Absorptionskammer etwaige Druckschwankungen am Boden der Kammer durch Einwirken auf eine in der Mitte mit einem elektrischen Kontakt versehene Gummimembran anzeigen. Beim Heben der Membran durch Druckverminderung infolge Kohlensäureabsorption wird die elektrische Verbindung geöffnet und ein in Reihe liegender Widerstand eingeschaltet. Die Vorrichtung ist gewöhnlich für das Anzeigen von mehr als 3 vH Kohlensäure in der Luft eingerichtet und spricht bei einem solchen Kohlensäuregehalt innerhalb 10 bis 15 s an; die Leuchtkraft der Lampe beträgt hierbei nur ein Fünftel. [N 1118 h] Pr.

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1188.
[2]) Iron and Coal Trades Review Bd. 115 (1927) S. 794.

Zähigkeitsmessungen und Untersuchung von Viskosimetern

Von S. Erk, Berlin

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt)

Anwendung des Ähnlichkeitsprinzips auf die Strömungsvorgänge in Kapillarviskosimetern — Beschreibung eines Zähigkeitmessers für grundlegende Messungen — Untersuchung der Zähigkeitsmesser nach Engler, Vogel-Ossag und Lawaczeck mittels Vergleichsmessungen

Die Messung der Zähigkeit von Flüssigkeiten und Gasen hat neuerdings große Bedeutung erlangt, seit die Hydrodynamik sich in erhöhtem Maße Aufgaben zugewendet hat, die mit der Annahme einer idealen Flüssigkeit nicht mehr gelöst werden können. Solche Aufgaben sind u. a. die Untersuchung der Strömung von Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Gerinnen, die Frage nach der Entstehung der Turbulenz, nach den Gesetzen des Wärmeübergangs an bespülten Flächen und die Untersuchung der Lagerreibung.

Bedauerlicherweise wird die Zähigkeit im Schrifttum in sehr verschiedenartigen, meist ganz willkürlich festgesetzten Einheiten angegeben. Die vorliegende Arbeit[1]) hatte daher als erstes Ziel, das in Deutschland am weitesten verbreitete Zähigkeitsmaß, den Engler-Grad, auf die physikalische Zähigkeit als einzig in Betracht kommende Vergleichsgrundlage zurückzuführen. Dann sollte der Englersche Zähigkeitsmesser untersucht, insbesondere die Grenze seiner Brauchbarkeit bestimmt werden. Vorbedingung für diese Untersuchungen war, ein Verfahren zur Ausführung der grundlegenden Zähigkeitsbestimmungen in dem ganzen in Frage kommenden Bereich auszuarbeiten. Mit diesem Verfahren hat man die Zähigkeit von Normalflüssigkeiten gemessen, ferner mit Hilfe dieser Flüssigkeiten die obige Aufgabe erledigt und die planmäßige Untersuchung zweier neuzeitlicher technischer Zähigkeitsmesser durchgeführt.

Die physikalische Zähigkeit η (innere Reibung) hat die Dimension

$$[\text{Dyn cm}^{-2}\text{s}] = [\text{cm}^{-1}\,\text{g}_{\text{Masse}}\,\text{s}^{-1}] = 0{,}0102\,[\text{m}^{-2}\,\text{kg}_{\text{Gew.}}\,\text{s}].$$

Die Einheit der Zähigkeit bezeichnen wir nach Poiseuille mit 1 Poise, den hundertsten Teil davon mit 1 Zentipoise. Wo Verwechslungen möglich sind, bezeichne man, nach einem Vorschlag von M. Jakob, die so definierte Zähigkeit η als „dynamische Zähigkeit", im Gegensatz zu der „kinematischen Zähigkeit" $\nu = \frac{\eta}{\varrho}$; ϱ ist hierin die Dichte.

1. Theorie der Kapillar-Zähigkeitsmesser

Für die grundlegende Zähigkeitsbestimmung wurde die Kapillarmethode in der erstmals von Couette angegebenen verbesserten Form gewählt. Ein grundsätzlicher Mangel der Kapillarmethode ist nämlich, daß die endliche Länge der Kapillare eine Störung der Strömung verursacht, so daß das streng nur für unendlich lange Kapillaren gültige Poiseuillesche Gesetz nur mit erfahrungsmäßig bestimmten Berichtigungswerten angewandt werden kann, meist in der Form

$$\eta = \frac{F^2\,t\,p}{8\,\pi\,V\,(l + L)} - \frac{m\,\varrho\,V}{8\,\pi\,t\,(l + L)} \quad . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Hierin bedeutet V das in der Zeit t unter der Wirkung eines Druckgefälles p durch eine Kapillare vom Querschnitt F strömende Flüssigkeitsvolumen. L ist eine an der Länge l angebrachte Berichtigung für die durch die Enden der Kapillare verursachte Störung; das zweite Glied der rechten Seite ist die Hagenbachsche Berichtigung für die lebendige Kraft des austretenden Strahls, worin der Erfahrungsbeiwert $m = 1{,}1$ gesetzt werden kann. Couette ließ das gleiche Flüssigkeitsvolumen hintereinander durch zwei Kapillaren gleichen Querschnitts von verschiedener Länge strömen und erhielt durch geeignete Vereinigung der beiden Messungen eine Gleichung, die keine Berichtigungsgrößen enthält. Mittels des Ähnlichkeitsprinzips war es möglich, die Formel von Couette genau in allgemeiner Form abzuleiten. Der Grundgedanke dabei ist, daß die durch die beiden Kapillaren verursachten Störungen dann gleich sind, wenn die Strömung in beiden Kapillaren, einschließlich der Zu- und Auslaufgebiete, ähnlich verläuft. Nun lassen sich aus den bekannten Stokesschen Bewegungsgleichungen die folgenden Ähnlichkeitsbedingungen ableiten:

$$\frac{\varrho\,v\,x}{\eta} = \text{konst}, \quad \frac{p}{v^2\,\varrho} = \text{konst}, \quad \frac{d}{x} = \text{konst} \quad . \; . \quad (2).$$

Hierin bedeutet v die Strömungsgeschwindigkeit, x eine geometrische Bezugsgröße und d den Kapillarendurchmesser. Wenn man die Kapillaren nun hinreichend lang wählt, so daß die Störungsgebiete mit Sicherheit durch ein Stück ausgebildeter Poiseuillescher Strömung getrennt sind, so verliert die Bedingung $\frac{d}{x} = \text{konst}$ ihre Bedeutung. Der Einfluß der Länge der Kapillare ist dann unabhängig von ihrer Weite. Wir können demnach zwei Kapillaren von gleichem Durchmesser und verschiedener Länge hintereinander so anordnen, daß die Zu- und Aus-

Abb. 1 und 2
Zähigkeitsmesser für grundlegende Messungen

a Vorratgefäß, b, d, f Erweiterungen, c, e Kapillaren, g Ausflußrohr, h Ausfluß, i, k, l Steigröhren, m Füllrohr, n Entlüftungsrohr, o Druckrohr, p Ende des Druckrohres, q, r, s Schlauchstücke, t Verbindungsstück, u Korken, v Heizkörper, w Rührwerk

[1]) Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchung von Viskosimetern; Forschungsheft Nr. 288.

laufgebiete geometrisch gleich sind. Dann verläuft die Strömung in allen maßgebenden Teilen der Anordnung nicht nur ähnlich, sondern sogar gleich und die Störungen an den entsprechenden Enden der Kapillare sind ebenfalls einander gleich. Wir erhalten für die Auswertung der Versuche die Gleichung

$$\eta = \frac{t}{8\pi} \frac{F^2 p - F'^2 p'}{V l - V' l'} \quad \ldots \ldots \ldots (3),$$

worin sich die Werte F', p', V', l' auf die zweite Kapillare beziehen. F und V sind darin nahezu gleich den entsprechenden Werten F' und V'; der geringe unvermeidliche Unterschied muß berücksichtigt werden, hat aber auf die an sich schon kleinen Berichtigungsgrößen keinen Einfluß.

Besondere Versuche gelten der immer noch umstrittenen Frage, ob die Hagenbachsche Berichtigung auch dann angewendet werden muß, wenn die Kapillare in Flüssigkeit mündet. In Übereinstimmung mit den Versuchen von Bond[2]) und Dorsay[3]) ergab sich, daß die Energie des austretenden Strahls in dem Auslaufgefäß durch Reibung in Wärme umgewandelt, also kein Druck zurückgewonnen wird.

Zähigkeitsmesser für grundlegende Messungen. Den für die grundlegenden Bestimmungen nach dem Couetteschen Verfahren gebauten Kapillar-Zähigkeitsmesser zeigt Abb. 1 und 2.

Aus dem Vorratgefäß a strömt die Versuchsflüssigkeit durch die Kapillaren c, e und das Rohr g zum Ausfluß h, wo sie in einem untergestellten Gefäß aufgefangen wird. Von den Erweiterungen b, d, f gehen die Steigrohre i, k, l hoch. Durch das Rohr m kann die Versuchsflüssigkeit im Vorratgefäß ergänzt werden, während sich das Gerät im Temperaturbad befindet; die Röhre n dient dabei zur Entlüftung. Während der Versuche ist m durch einen eingeschliffenen Glaspfropfen verschlossen. Die zum Betrieb nötige Druckluft wird durch die Röhre o zugeführt, die bis nahe an den Boden des Vorratgefäßes reicht. Infolgedessen wird der Einfluß der veränderlichen Höhe der Flüssigkeit in a ausgeschaltet. Bei p besteht immer der im Druckregler herrschende Druck. Sinkt die Flüssigkeit im Vorratgefäß, so steigt dafür der Druck in dem abgeschlossenen Luftraum über der Flüssigkeit. Bei p ist die Röhre zu einer feinen Spitze ausgezogen, damit die unvermeidlichen Druckschwankungen, die dadurch entstehen, daß die Luft in Blasen eintritt, möglichst klein werden.

Infolge des Druckabfalls in den Kapillaren stehen die Flüssigkeitsäulen h_1, h_2, h_3 in den Röhren i, k, l verschieden hoch, dabei ist $h_1 > h_2 > h_3$. Der Stand der Menisken wird mit einem Kathetometer abgelesen.

Da das Rohr g länger ist als die Manometerröhren, müssen die Menisken in i, k, l durch Überdruck auf eine passende Höhe heruntergedrückt werden. Zu diesem Zweck führen von den Röhren die Schlauchstücke q, r, s zu dem Verbindungsstück t, an dem sich ein Hahn zur Druckeinstellung befindet. Dadurch wird erreicht, daß der auf den Flüssigkeitsäulen lastende Überdruck in allen Röhren gleich groß ist und somit die Messung nicht beeinflußt, da nur die Unterschiede $h_1 - h_2$ und $h_2 - h_3$ für die Auswertung benutzt werden.

Gummi mußte mit Rücksicht auf die Untersuchung von Ölen an allen Teilen vermieden werden, die mit der Versuchs- oder Badflüssigkeit in Berührung kommen. Deshalb sind alle Verbindungen durch Schliffe hergestellt, auch die Kapillaren sind auf diese Weise eingesetzt. Sämtliche Verbindungen werden durch Federn, die nur bei den Kapillaren im Grundriß angedeutet sind, noch besonders gesichert. Die Schliffe wurden mit dem zu untersuchenden Öl eingefettet und nach dem Einsetzen durch einen Kollodiumüberzug gedichtet.

Das ganze Gerät ist in einem Messinggestell befestigt, das mit seiner oberen Platte, die gleichzeitig als Deckel dient, auf dem Temperaturbad aufliegt. Unten wird das Gestell in den vier Ecken durch Korken u gehalten. Die Schmalseiten und der Boden des Badgefäßes sind zur Verringerung der Wärmeverluste doppelwandig und mit im Vakuum behandelten Korkschrot (Expansitschrot) der Firma Grünzweig & Hartmann gefüllt. Die Breitseiten bestehen aus großen Glasscheiben, die mit Glyzerin und Bleiglätte in Rahmen eingekittet sind.

Ein regelbarer elektrischer Heizkörper v hält die Temperatur des Bades, die mit einem Thermometer mit 0,1 °-Teilung gemessen wird, auf rd. 0,02 ° unverändert. Ein Gleichstrommotor treibt das Rührwerk w, das zum Durchmischen der Badflüssigkeit dient.

Die Größe des anwendbaren Gesamtdruckabfalles $h_1 - h_3$ war durch die Höhe des Bades beschränkt, da die ganze Flüssigkeitsäule im Temperaturbad untergetaucht sein sollte, um Dichteänderungen zu vermeiden. Deshalb wurden mehrere Paare von Kapillaren mit verschiedenem Querschnitt verwendet. Für die zunächst untersuchten Flüssigkeiten reichten drei Paar aus. Durch Kalibrieren mit einem Quecksilberfaden wurden Stücke mit möglichst gleichmäßigem Querschnitt aus einem größeren Vorrat ausgesucht und der Durchmesser durch Auswägen mit Quecksilber bestimmt. Die Änderung der Abmessungen der Kapillaren mit der Temperatur wurde berücksichtigt.

Eine Druckluftflasche lieferte den für die Versuche gebrauchten Luftdruck, der dadurch auf der gewünschten Höhe unveränderlich gehalten wurde, daß im Nebenschluß zu dem Zähigkeitsmesser eine unten offene Glasröhre geschaltet wurde, die in ein mit Wasser gefülltes Gefäß eintauchte. Der Luftstrom wurde mit einem feinen Nadelventil so eingestellt, daß durch diese Röhren ständig eine ganz geringe Luftmenge entwich. Das Einstellen der Eintauchtiefe ergab dann bequem den gewünschten Druck.

Aus dem während der Zeit t gemessenen Durchflußvolumen V, den Druckunterschieden $p_1 - p_2$ und $p_2 - p_3$ und den Abmessungen der Kapillaren konnte man η nach der Gleichung (3) berechnen, die auf die Kapillaren 1 und 2 bezogen, lautet:

$$\eta = \frac{t}{8\pi} \frac{F_1^2 (p_1 - p_2) - F_2^2 (p_2 - p_3)}{V_1 l_1 - V_2 l_2} \quad \ldots (3a).$$

Die Unterschiede von V_1 und V_2 gegen V rühren von kleinen Schwankungen der Menisken in den Steigrohren her. Es wurde nun die Zähigkeit von Anilin zwischen $-5,5$ ° und $+120$ °, von neun Mineralölen zwischen 0 ° und 70 °, von Rizinusöl zwischen 20 ° und 42 ° gemessen. Von drei Mineralölen hat die Reichsanstalt einen größeren Vorrat beschafft, um auf Anfordern Proben mit Angabe der Zähigkeitskurve zur Eichung oder Nachprüfung von Zähigkeitsmessern abzugeben. Diese Normalöle werden in gewissen Zeiträumen wieder untersucht, um einen etwaigen Alterseinfluß festzustellen. Für die beabsichtigte Ausdehnung der Messungen bis 150 ° ist bereits ein neues Temperaturbad für Ölfüllung fertiggestellt.

Der Englersche Zähigkeitsmesser. Mit der Arbeitsweise des Englerschen Zähigkeitsmessers beschäftigen sich eine Anzahl theoretischer und experimenteller Untersuchungen von Ubbelohde[4]), von Mises[5]), Kirsten und Schiller[6]) u. a. Da eine Anzahl dieser Arbeiten, die in dem Forschungsheft eingehend besprochen werden, zu sehr verschiedenen Ergebnissen über den Englerschen Zähigkeitsmesser führten, wurden nunmehr die Zähigkeiten der mit dem Absolut-Zähigkeitsmesser untersuchten Flüssigkeiten im Englerapparat gemessen und die Ergebnisse beider Meßreihen miteinander verglichen. Der Englergrad E ist das Verhältnis der Ausflußzeit von 200 cm³ der Versuchsflüssigkeit bei der Versuchstemperatur zu der Ausflußzeit von 200 cm³ Wasser bei 20 °. Nun kann man die Zähigkeit in Englergraden in kinematische Zähigkeit umrechnen nach der von Vogel[7]) aufgestellten Formel

$$100\,\nu = E\,7{,}6^{\left(1 - \frac{1}{E^3}\right)} \quad \ldots \ldots \ldots (4).$$

[2]) W. N. Bond, Proceedings of the Physical Society of London Bd. 34 (1922) S. 139.

[3]) N. E. Dorsay, Physical Review Bd. 28 (1925) S. 833.

[4]) L. Ubbelohde, Tabellen zum Englerschen Viskosimeter. Leipzig 1907.

[5]) R. v. Mises, Elemente der technischen Hydromechanik. Leipzig 1914.

[6]) H. Kirsten und L. Schiller, Zeitschr. f. ang. Math. u. Mech. Bd. 5 (1925) S. 111.

[7]) H. Vogel, Z. f. angew. Chem. Bd. 35 (1922) S. 561.

RZ811Z3

Abb. 3

RZ811Z4

Abb. 4

Zähigkeitsmesser nach Vogel-Ossag

Alte Form

a Kapillare mit Erweiterung
b Verschraubung
c Aufnahmegefäß
d Ansatz für die Saugpumpe
e, *f* Meßmarken
g Thermometer
h Becherglas
i Luftröhre
k Ansatz für Druckluft

Neue Form

a Kapillare mit Erweiterung
e, *f* Meßmarken
l Fenster
m Rührwerk
n Haken

Der Exponent kann von $E = 8$ an vernachlässigt werden, so daß die Gleichung (4) dann die einfache Form annimmt:

$$\nu = 0{,}076\, E \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

Gleichung 4 stimmt auch für kleine Werte von E bis zum Eintritt der Turbulenz sehr gut mit den Versuchsergebnissen überein. Besondere Versuche mit gefärbten Flüssigkeitsfäden ergaben, daß bei $E = 0{,}96$ die Strömung im Englerapparat turbulent wird. Auffallende Störungen in der Meßreihe eines der Mineralöle gaben Veranlassung, zu untersuchen, in welcher Weise die etwa bei $E = 50$ einsetzende Tropfenbildung die Ausflußzeit beeinflußt. Es zeigte sich, daß die auftretenden Oberflächenkräfte etwa 2 vH des gesamten statischen Druckes erreichen, also unter Umständen wohl berücksichtigt werden müssen, aber nicht zur Erklärung der beobachteten Störung genügen. Hierfür kommt wohl eher in Betracht, daß in dem fraglichen Öl bei der Temperatur von etwa 15° [8]), bei der der Beginn der Störungen beobachtet wurde, möglicherweise bereits die Ausscheidung von Paraffin in fester Form beginnt. Diese kleinen Teilchen können sich dann etwa an den Kanten des Ausflußröhrchens festsetzen und Veranlassung zu ganz falschen Messungen geben. Man wird also den Englerapparat nur mit großer Vorsicht gebrauchen dürfen, wenn man ein Öl bei Temperaturen messen will, bei denen, ohne daß man schon in die Nähe des Stockpunktes gelangt ist, die Ausscheidung fester Paraffinteilchen beginnen könnte.

Nach der gegenwärtig geltenden Gebrauchsvorschrift wird das Ausflußvolumen von 200 cm³ beim Englerapparat mit auf Ausguß geeichten Glaskolben gemessen, die vorher mit der Versuchsflüssigkeit benetzt und eine Minute mit der Öffnung nach unten aufgehängt werden sollen. Messungen der im Kolben zurückbleibenden Flüssigkeitsmenge ergaben, daß durch diese Vorschrift beträchtliche Fehler (z. B. 5 vH bei $\nu = 9{,}2$) verursacht werden können. Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Unsicherheit der Temperaturbestimmung während der Messung.

Das mehrfach aus technischen Kreisen geäußerte Bedürfnis nach einem zuverlässigeren technisch brauchbaren Zähigkeitsmesser, der die Zähigkeit η oder ν unmittelbar zu messen gestattet, ist nach obigem durchaus berechtigt. Es wurden deshalb zwei bei der Reichsanstalt eingereichte Zähigkeitsmesser nach Vogel-Ossag und nach Lawaczeck eingehend untersucht.

Der Zähigkeitsmesser nach Vogel-Ossag. Der in Abb. 3 in der bei der Reichsanstalt eingereichten Form dargestellte Vogel-Ossag-Zähigkeitsmesser[9]) ist im Grunde ein Ostwaldscher Zähigkeitsmesser. Eine Glaskapillare mit Erweiterung *a* ist mittels einer Verschraubung *b* in das Aufnahmegefäß *c* eingeschraubt. Die Versuchsflüssigkeit befindet sich zunächst in dem inneren Teil des Aufnahmegefäßes, wird von hier durch eine bei *d* angesetzte kleine Saugpumpe in die Kapillare hochgezogen und fließt nach Wegnahme der Pumpe infolge ihres Gewichtes wieder in das Gefäß zurück. Aus der Zeit t, die verstreicht, während der Flüssigkeitsspiegel von der Marke e bis zur Marke f sinkt, und einer Konstanten k, die für jede Kapillare durch Eichung ermittelt werden muß, kann die kinematische Zähigkeit ν nach der einfachen Gleichung

$$\nu = k\,t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

berechnet werden. Die Temperatur der Versuchsflüssigkeit wird mit dem Thermometer g gemessen. In dem Aufnahmegefäß ist ein Überlauf angebracht, der gestattet, die Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit, wenn man von niedrigen zu höheren Temperaturen fortschreitet, zu bestimmen, ohne daß man an dem Gerät etwas ändert, da das für das wirksame Druckgefälle in Betracht kommende Flüssigkeitsvolumen durch den Überlauf immer unverändert gehalten wird. Das Gerät hängt in einem mit Wasser gefüllten Becherglas h, das mit seinem unteren Teil in einem Temperaturbad steckt. Durch das Röhrchen i soll Luft zugeführt werden, die das Wasser in h durcheinandermischt. Bei sehr zähen Ölen würde die Ölmenge, die an der Wand der Erweiterung a hängenbleibt, die Messung der Ausflußzeit fälschen. In diesem Falle mißt man mit aufsteigendem Flüssigkeitsspiegel, indem man durch das Röhrchen k aus einem Druckregler[10]) einen Druck von 60 cm W.-S. auf die Flüssigkeitsoberfläche in dem Aufnahmegefäß wirken läßt. Der Überdruck treibt die Flüssigkeit in der Kapillare hoch, und man mißt nun die Zeit t', die der Meniskus braucht, um von f nach e zu steigen. Da gegenüber dem mittleren wirksamen Druck von 50 cm W.-S. der Unterschied zwischen den Dichten verschiedener Öle, für deren Untersuchung der Apparat in erster Linie bestimmt ist, vernachlässigt werden kann, erhält man mit dem zweiten Verfahren unmittelbar die dynamische Zähigkeit η nach der Formel

$$\eta = c\,t' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Die Konstante c muß wieder durch Eichung ermittelt werden.

Im Laufe der Untersuchung mußten einige Änderungen an dem Apparat angebracht werden. Das in Abb. 3 dargestellte Temperaturbad wurde durch ein größeres, mit Asbest isoliertes Gefäß, Abb. 4, ersetzt, das die Kapillare in ihrer ganzen Länge aufnimmt. Die Beobachtung erfolgt durch Fenster l. Ein ringförmiger, in senkrechter Richtung beweglicher Rührer m dient zum guten Durchmischen des Bades, eine zweite kleine Erweiterung unterhalb a er-

[8]) Der Stockpunkt des Öles lag bei + 2°.

[9]) DRP Nr. 373 779, Sommer & Runge, Berlin-Friedenau.
[10]) DRP Nr. 411 979, ebenfalls Sommer & Runge.

leichtert die Zeitmessung bei aufsteigendem Flüssigkeitsspiegel. Ein kleiner, an dem Überlauf angelöteter Haken n gewährleistet eine sichere Einstellung des Flüssigkeitsspiegels im Aufnahmegefäß.

Nach Ausführung dieser Verbesserungen konnte der Zähigkeitsmesser zur laufenden Prüfung an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zugelassen werden. Die mit den geprüften Geräten erreichbare Genauigkeit beträgt rd. 2 vH in dem Temperaturbereich von 0 bis 60 °, wenn die in den Prüfungsbestimmungen[11]) veröffentlichten Vorschriften eingehalten werden.

Der Zähigkeitsmesser nach Lawaczeck. Der Zähigkeitsmesser nach Lawaczeck[12]) benutzt ein wesentlich anderes Prinzip. Er besteht aus einem zylindrischen, auf $\pm 1\,\mu$ kalibrierten Glasrohr a mit eingeätzten Marken b und c, Abb. 5. Das Rohr wird mit der Versuchsflüssigkeit gefüllt, dann der zylindrische, durch zwei Führungsköpfe mit Nasen zentrierte Fallkörper d unter sorgfältigem Vermeiden von Luftblasen eingeführt und das Rohr durch einen Korkstopfen verschlossen. Mit zwei Gummistopfen e ist das Fallrohr in dem mit Wasser gefüllten Glasrohr f befestigt, das als Temperaturbad dient und den elektrischen Heizkörper g, den Rührer h und das Thermometer i enthält. Das äußere Rohr ist in der Klammer eines Schwenkwerks befestigt, das in senkrechter Lage durch Feder und Rast gehalten wird. Durch einfaches Kippen des Apparates um 180 ° wird der Fallkörper in Bewegung gesetzt und die Zeit gemessen, die er braucht, um von der Marke b nach c zu gelangen. Für verschiedene Zähigkeitsbereiche sind dem Gerät drei Fallkörper von verschiedenem Durchmesser und verschiedener Dichte beigegeben. Die Theorie des Gerätes ist von Lawaczeck[13]) und Heinze[14]) ausführlich behandelt worden.

Abb. 5 Zähigkeitsmesser nach Lawaczeck

a Fallrohr, b, c Meßmarken, d Fallkörper, e Gummistopfen, f Temperaturbad, g Heizkörper, h Rührer, i Thermometer

RZ811Z5

Mit der Fallzeit t der Dichte ϱ_1 des Fallkörpers und ϱ_2 der Versuchsflüssigkeit und der durch Eichung zu bestimmenden Fallkörperkonstanten C kann man η berechnen nach der Gleichung

$$\eta = t\,(\varrho_1 - \varrho_2)\,C \quad . \quad . \quad (7).$$

Mit Wasser, Anilin und den in dem Absolutzähigkeitsmesser untersuchten Ölen wurden die Konstanten C für einen Fallkörper aus Aluminium und zwei aus Eisen bestimmt. Die Meßgenauigkeit des Viskosimeters wurde bei Zimmertemperatur mit rd. 2 vH festgestellt.

[11]) Z. f. angew. Chemie Bd. 38 (1925) S. 891; Petroleum Bd. 21 (1925) S. 1839; Forschungsarb. a. d. Gebiete d. Ingenieurwesens Heft 288, 1927.
[12]) DRP Nr. 351 899, Firma Eltron, Berlin.

[13]) F. Lawaczeck, Z. Bd. 63 (1919) S. 677
[14]) H. Heinze, Diss. Berlin (T. H.) 1925

[B 811]

Verfahren von v. Eberhard zur Berechnung von Geschoßbahnen

Bis jetzt war es notwendig, die Berechnung von Steilbahnen mit Abgangswinkeln über 45 oder 50° stückweise in zahlreichen kleinen Teilbogen durchzuführen, was viel Mühe und Zeit in Anspruch nimmt, wenn es nicht möglich ist, für die Luftdichte einen gleichbleibenden mittleren Wert anzunehmen, sondern die Änderung der Luftdichte mit der Höhe genauer berücksichtigt werden muß. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß dem praktischen Ballistiker jetzt ein Formel- und Tabellenwerk zur Verfügung steht[1]), das ihm gestattet, mit verhältnismäßig geringer Mühe für irgendeine Flugzeit die erreichte Höhe und die wagerechte Entfernung des Geschosses, ferner die augenblickliche Geschoßgeschwindigkeit, den Neigungswinkel der Bahntangente zur Wagerechten, die Gipfelhöhe und Gipfelabszisse der Steilbahn, die Gesamtschußweite und den Auffallwinkel zu ermitteln.

O. v. Eberhard erreicht seinen Zweck dadurch, daß er die auftretenden Differentialgleichungen ein für allemal mit Hilfe des Isoklinenverfahrens von Runge integriert. Um zu vermeiden, daß dabei die Berechnung einer doppelt unendlichen Schar von Flugbahnen notwendig wird, um vielmehr zu bewirken, daß man mit einer einzigen Kurvenschar auskommt, zwischen der interpoliert werden kann, wendet er den Kunstgriff an, die Funktion, die als Normalfunktion für die Abnahme der Luftdichte mit der Höhe den Schußtafeln zugrunde gelegt wird, durch die Everlingsche Exponentialfunktion zu ersetzen.

Zunächst behandelt er den Schuß senkrecht abwärts und senkrecht aufwärts und zeigt, wie mit Hilfe der ballistischen Beizahl für irgendeine Höhe die Geschoßgeschwindigkeit und die Flugzeit zu ermitteln ist. Für den schiefen Schuß mit einem großen Abgangswinkel wird sodann erstens der aufsteigende Ast der Steilbahn berechnet, und zwar bis zu einer Höhe, in der die Bahnkrümmung beträchtlich geworden ist, bis nämlich die Neigung der Bahntangente gegen die Wagerechte 30 oder 40° erreicht hat. Dann kann zweitens der oberste Teil der Bahn, der sich von da ab über den Gipfelpunkt hinweg bis zu demjenigen Bahnpunkt des absteigenden Astes erstreckt, wo das Geschoß wieder zu der gleichen Höhe über dem Erdboden herabgesunken ist, mit den üblichen einfachen Verfahren für Flachbahnen berechnet werden, oder auch, falls es sich um sehr große Höhen handelt, noch einfacher als der zugehörige Teil einer Wurfparabel des leeren Raumes.

Endlich folgt drittens die Berechnung des übrigen Teiles des absteigenden Astes der Steilbahn. Dabei hat O. v. Eberhard gezeigt, daß für die Berechnung des ersten und dieses dritten Teiles der Steilbahn die ballistische Beizahl des senkrechten Schusses einfach je mit gewissen unveränderlichen Werten multipliziert werden muß. Die analytischen Entwicklungen auch nur im Auszug hier wiederzugeben, würde zu viel Raum in Anspruch nehmen; es muß auf die Schrift selbst verwiesen werden.

Zum Schluß wird ein Zahlenbeispiel angeführt, das der Verfasser durchgerechnet hat, und das sich auf 59 778 m Schußweite bezieht. Die übrigen Werte sind: Geschoßkaliber 35,5 cm, Geschoßgewicht 340 kg, Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses 1150 m/s, Abgangswinkel 50°, Formzahl des Geschosses 0,37. Für die Flughöhen 0, 4000, 8000, 12 000, 16 000, 21 075 (Gipfelhöhe), 16 000, 12 000, 8000, 4000, 0 m ergeben sich die wagerechten Entfernungen des Geschosses von der Mündung mit: 0, 3440, 7160, 11 385, 16 610, 31 625 (Gipfelabszisse), 45 999, 50 704, 54 304, 57 279, 59 778 m Gesamtschußweite in der Wagerechten durch die Mündung. Die zugehörigen Geschoßgeschwindigkeiten sind entsprechend: 1150, 939, 794, 685, 585, —, 528, 576, 584, 574, 531 m/s (Auffallgeschwindigkeit). Die Neigungswinkel der Bahntangente gegen die Wagerechte in diesen Bahnpunkten berechnen sich zu: 50°, 48° 10′, 45° 19′, 40° 53′, 33° 30′, —, — 53° 52′, — 44° 36′, — 50° 42′, — 55° 39′, — 60° 13′ (spitzer Auffallwinkel). Die Genauigkeit des Verfahrens wird bewiesen durch die gute Übereinstimmung dieser Ergebnisse mit denjenigen, die v. Eberhard durch Berechnung einzelner Stücke derselben Flugbahn gewonnen hat.

Es ist anzunehmen, daß dem v. Eberhardschen Verfahren, das hinsichtlich der Genauigkeit den besten bisherigen Möglichkeiten, die Steil- und Fernbahnen stückweise zu berechnen, gleichkommt, aber hinsichtlich der Bequemlichkeit allen bisherigen Verfahren überlegen ist, die Zukunft gehört. Dies um so mehr, als die Anwendbarkeit des Verfahrens recht vielseitig ist. Z. B. läßt sich auch der Bombenabwurf aus einem in der Wagerechten fahrenden Flugzeug damit berechnen; denn es handelt sich in diesem Fall einfach um die Berechnung des ganzen absteigenden Astes einer Steilbahn vom Gipfelpunkt ab, wo die für einen Augenblick des Abwerfens wagerechte Geschwindigkeit der Bombe gleich der Geschwindigkeit des Flugzeugs ist. [N 1017]

Charlottenburg C. Cranz

[1]) Ein neues Verfahren zur Berechnung von Steil- und Fernbahnen. Von Prof. von Eberhard. Berlin 1927, Georg Bath. 47 S. Preis 20 ℳ

Der Einfluß neuzeitlicher Fertigung auf den Herstellungspreis

Von Direktor Dr.-Ing. Hermann Hoffmeister, Braunschweig

Entwicklung zur neuen Fertigung. — Neuzeitliche Fertigung ergab: Erhöhung der Werkstoffkosten infolge Verwendung der besten und teuersten Werkstoffe; Senkung der Lohnkosten infolge Verschiebuug der Arbeitskräfte innerhalb der Arbeitergruppen, ferner Verschiebung und Verminderung des Zeitaufwandes in Fertigung und Zusammenbau. Senkung der Unkosten.

In einem Unternehmen für feinmechanische Erzeugnisse wurden innerhalb von 35 Jahren Fertigungsarten entwickelt, die beträchtliche Erfolge aufwiesen. Vor mehr als 25 Jahren kam bereits ein Lehrensystem zur Anwendung, das jedoch große Schwierigkeiten bereitete, weil man nach Nennmaßen arbeitete. Einwandfrei austauschbare Teile ließen sich auf dieser Grundlage nicht erzielen, so daß beim Zusammenbau umfangreiche Nacharbeiten durch besonders ausgebildete Facharbeiter erforderlich wurden. Eigenartigerweise hatte man die Fortentwicklung des Lehrensystems von Nennmaßen zu Grenzmaßen nicht gefunden, so daß dem weiteren Ausbau bereits entwickelter Fertigungsarten Halt geboten wurde. Während für die letzten 20 Jahre in der Entwicklung der Herstellung ein Stillstand zu verzeichnen war, schritt die Entwicklung der Erzeugnisse selbst entsprechend den ständig wachsenden Forderungen der Verbraucher in der Weise fort, daß unter Beibehaltung bewährter Bauarten neue entwickelt wurden. Die Folge war eine größere Anzahl verschiedener Bauarten, die wohl gestattete, den Wünschen der Abnehmer weitestgehend gerecht zu werden, jedoch für die Herstellung insofern erhebliche Nachteile mit sich brachte, als die Betriebseinrichtungen für jede einzelne Art laufend große Aufwendungen erforderten. Zur Beseitigung dieser unwirtschaftlichen Verhältnisse wurde unter Benutzung der bewährten Einrichtungen und weiterer Verbesserungen die Anzahl der Bauarten vermindert und gleichzeitig die Fertigung nach neuzeitlichen Richtlinien unter Zugrundelegung der DI-Normen durchgeführt. Dies ging um so leichter, als durch die Zusammenlegung der Bauarten gleichartigen inneren Aufbaues Massenherstellung möglich wurde, nach den Grundsätzen, von der Geschicklichkeit des Arbeiters sich möglichst unabhängig zu machen und Zeit zu sparen. Die spanlose Bearbeitung, das Stanzen, mit den verschiedenen Verfahren der Werkstoffabtrennung und Werkstoffumformung nimmt eine führende Rolle ein.

Untrennbar von einer neuzeitlichen Fertigung und mindestens ebenso wichtig wie die Fertigungsmittel sind die mechanischen und rechnerischen Prüfungen, die erst miteinander das Bestmögliche erzielen lassen. Während die mechanischen Prüfungen die Maßhaltigkeit und die physikalischen Eigenschaften der Einzelteile ständig überwachen, dienen die rechnerischen Prüfungen dazu, auf Grund monatlicher Unkostenerrechnung, getrennt nach Fertigungsgruppen, für jedes Stück die wirtschaftlichste Fertigungsart zu erkennen.

Der Herstellungspreis eines Gegenstandes wird gebildet aus: Werkstoffkosten, Lohnkosten und Unkostenzuschlägen (etwa auf die Lohnkosten). Jeden dieser Posten beeinflußte die neuzeitliche Fertigung in besonderer Weise.

Die Werkstoffkosten erhöhten sich in den meisten Fällen, da es auf Grund der neuzeitlichen Fertigungsarten möglich wurde, die besten und daher teuersten Werkstoffe zu verarbeiten. Bei der früheren mehr oder weniger handwerkmäßigen Herstellung mußte mit Rücksich auf die umfangreiche Nacharbeit mit der Hand ein Werkstoff gewählt werden, der sich gerade noch mit der Hand bearbeiten ließ, aber von Natur so große Festigkeit besaß, daß er den Ansprüchen während des Gebrauches gewachsen war. Die in mühseliger Paßarbeit fertiggestellten Teile nachträglich zu härten, war nicht möglich, da infolge nochmaliger Nacharbeit die Ware zu teuer und unverkäuflich geworden wäre.

Bei der neuzeitlichen Fertigung wird im wesentlichen hochwertig legierter Stahl verwendet, der als weicher Werkstoff sehr gut zu bearbeiten ist und die vorteilhafte Eigenschaft aufweist, daß im Einsatz die Oberfläche gehärtet werden kann. Die gehärtete Oberfläche setzt den Verschleiß auf ein Mindestmaß herab, und der weiche und zäh gebliebene Kern behält seine ursprüngliche Festigkeit und Dehnung bei. Gußeisen wird bei der Neuherstellung nicht mehr verwendet, sondern wird in allen Fällen durch gewalzte Bleche ersetzt, die dem Gußeisen weit überlegen sind; an Stelle von Messingguß werden hochwertige Manganmessing-Preßteile verarbeitet. Durch diese wertvolleren Werkstoffe und große Werkstoffanhäufung infolge Vervollkommnung der neuen Erzeugnisse ergab sich bei der neuzeitlichen Herstellung eine Steigerung der Werkstoffkosten um 85 vH gegen früher.

Zahlentafel 1. Anteil der Arbeitergruppen an der Herstellung

Gruppe	Herstellung alt vH	Herstellung neu vH	Verminderung bei der neuen Herstellung vH
Facharbeiter	71,5	24	66,5
Angelernte Arbeiter	28,5	23	19
Frauen	—	53	—

Trotz dem Mehraufwand an Werkstoff und der vermehrten Bearbeitung wurden infolge der neuen Herstellungsweise die Lohnkosten beträchtlich vermindert, einerseits durch die Verschiebung innerhalb der Arbeitergruppen, die den stündlichen Lohnaufwand herabsetzte, anderseits durch Verschiebung und Verminderung des Zeitaufwandes. Die teuerste Gruppe, „Facharbeiter", konnte um 66 vH verkleinert werden, Zahlentafel 1; eben-

Zahlentafel 2. Stündlicher Lohnaufwand

		Angenommener Stundenverdienst	Alte Herstellung: Anteil an der Zahl der erforderlichen Arbeitskräfte	Alte Herstellung: Stündlicher Lohnaufwand für die anteilige Gruppe	Neue Herstellung: Anteil an der Zahl der erforderlichen Arbeitskräfte	Neue Herstellung: Stündlicher Lohnaufwand für die anteilige Gruppe
		a	b	$a\,b$	b_1	$a\,b_1$
		₰	vH	₰	vH	₰
Fertigung	Facharbeiter	100	22,5	2250	4	400
	Angelernte Arbeiter	80	27,5	2200	23	1840
	Frauen	45	0	0	23	1035
Zusammenbau	Facharbeiter	100	49	4900	20	2000
	Angelernte Arbeiter	80	1	80	0	0
	Frauen	45	0	0	30	1350
Gesamter stündlicher Lohnaufwand				9430		6625

Senkung des stündlichen Lohnaufwandes um $100 - \frac{6625}{9430}\,100 =$ rd. 30 vH.

Zahlentafel 3. Zeitaufwand

			Herstellung alt — Zeitaufwand vH	Herstellung neu — Zeitaufwand vH	Bedeutet für die neue Herstellung: Erhöhung vH	Bedeutet für die neue Herstellung: Verminderung vH
Zeitaufwand für	Fertigung	bezahlt	18,6	23,4	rd. 26	
		unbezahlt (Maschinenarbeit)	7,8	11,3	rd. 45	
	Zusammenbau		73,6	25,2		rd. 65
Bezahlter Zeitaufwand			92,2	48,6		rd. 47
Gesamter „			100	59,9		rd. 40

so zeigt die Gruppe der „angelernten Arbeiter" eine Verringerung um etwa 19 vH. Bemerkenswert ist die neu eingeführte Beschäftigung von Frauen mit etwa 53 vH. Immer mehr zeigt sich die Frau in vielen Fällen dem männlichen Arbeiter nicht nur gleichwertig, sondern sogar überlegen; z. B. werden kleine Löcher von Frauen mit viel größerer Geschicklichkeit bei geringerem Werkzeugverbrauch gebohrt als von Männern. Die Fingerfertigkeit, die sich Frauen in kurzer Zeit beim Zusammenbau gleichartiger Teile oder bei dauernd gleicher Bedienung von Arbeitsmaschinen aneignen, verdient besondere Beachtung. Allerdings muß hier eingefügt werden, daß alle Arbeiterinnen vor ihrer Einstellung durch eine besondere Eignungsprüfung auf die Brauchbarkeit für die ihnen zugedachten Arbeiten untersucht werden.

Jede Herstellung kann man einteilen in Fertigung und Zusammenbau, und es ist lehrreich, zu sehen, daß sowohl bei der Fertigung als auch beim Zusammenbau durch die Art der Arbeitskräfte die neuzeitliche Herstellung beeinflußt wird. Aus Zahlentafel 2 ergibt sich, daß die Facharbeiter in der Fertigung von 22,5 auf 4 vH, also um über 80 vH und im Zusammenbau von 49 auf 20, also fast um 60 vH vermindert sind. Angelernte Arbeiter werden ebenso wie früher fast ausschließlich in der Fertigung beschäftigt, wogegen die Frauen sich auf Fertigung und Zusammenbau ungefähr gleichmäßig verteilen. Weiter läßt Zahlentafel 2 erkennen, daß sich auf Grund angenommener Lohnsätze für diese Gruppen ein stündlicher Lohnaufwand von 9430 ₰ für die alte Herstellung und von 6625 ₰ für die neuzeitliche Herstellung ergibt. Das bedeutet eine Senkung des stündlichen Lohnaufwandes um etwa 30 vH.

Als zweiter wesentlicher Grund für die Senkung der Herstellungskosten wurde schon auf die Verschiebung und Verminderung des Zeitaufwandes hingewiesen, Zahlentafel 3. Zunächst ist festzustellen, daß ganz allgemein die Fertigungszeit, d. h. die Zeit der Maschinenbearbeitung erhöht werden konnte; während die bezahlte Maschinenarbeit um etwa 25 vH gegenüber der alten vermehrt wurde, ließ sich die unbezahlte Maschinenarbeit noch mehr, nämlich um 45 vH steigern. Dies konnte dadurch erzielt werden, daß das Bestreben, sich von der Geschicklichkeit der Arbeiter auch bei der Bedienung der Maschine oder der Vorrichtung unabhängig zu machen, möglichst weit verwirklicht wurde. Der Wert zweckmäßiger Vorrichtungen, Werkzeuge, Lehren usw. für die neuzeitliche Herstellung findet weitere Bestätigung durch die Zeitersparnis beim Zusammenbau. Auf Grund der Maßhaltigkeit der Fertigungsarbeiten ließ sich die Zeit für den Zusammenbau um insgesamt 65 vH herabsetzen; im ganzen wurden etwa 40 vH an Zeit gespart, und an Lohnzeit sogar 47 vH.[1]).

Bezüglich der Unkosten liegen die Verhältnisse nicht so offen wie bei den Werkstoff- und Lohnkosten. Obschon die Höhe der Unkostenzuschläge (etwa auf die Löhne, Maschinenstunden usw.) durchaus keine Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes zulassen, ist man trotzdem innerhalb eines Betriebes bemüht, die Unkostenbeträge so niedrig wie möglich zu halten. Hierfür dient besonders die Erfassung der Unkosten getrennt nach den einzelnen Fertigungsgruppen wie Bohren, Fräsen, Schleifen, die verschiedenen Zusammenbaugruppen usw., wodurch es ermöglicht wird, durch Vorkalkulation für jedes Arbeitstück die wirtschaftlichste Bearbeitung zu erkennen und in der Nachkalkulation nachzuprüfen. Früher überließ man es mehr oder weniger der Werkstatt, über die Fertigungsart zu entscheiden. Es gehört aber unbedingt zur neuzeitlichen Herstellung, alle geistige Arbeit aus der Werkstatt zu verbannen. Zwangläufig ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, zweckentsprechende Bureaus zu schaffen. Wenn auch hierdurch erhöhte Unkosten entstehen, so ist dennoch festzustellen, daß durch diese Bureaus die Wirtschaftlichkeit des Betriebes bedeutend gesteigert wird.

Abb. 1 zeigt die Entwicklung in 15 Monaten. Die Linie U der Unkosten zeigt, daß mit der neuen Herstellung die Unkosten um 42 vH und nach Ablauf von 15 Monaten insgesamt um etwa 68 vH zurückgingen. Das allmähliche Fallen der Unkosten ist darauf zurückzuführen, daß im Laufe der Zeit die Herstellung immer mehr verfeinert wurde. Das beeinflußte ebenfalls die Lohnkosten, wie Linie L erkennen läßt; innerhalb der 15 Monate senkte sich der Lohnaufwand noch um 37 vH, einschließlich des Sturzes zu Beginn der neuzeitlichen Herstellung also um 67 vH.

Die Senkung von Lohn- und Unkosten mußte naturgemäß auch die Herstellkosten herabsetzen, siehe Linie H. Die Herstellkosten sanken zunächst plötzlich um 40 vH, nach 15 Monaten um 62 vH.

Die Linien von Abb. 1 stellen nur einen Abschnitt der Entwicklung dar, die noch nicht abgeschlossen ist. Die monatlichen Feststellungen ergeben immer noch Neigung der Kosten zum Fallen, die sich nur ganz allmählich dem wirtschaftlichen Bestwert nähern. [B 739]

Abb. 1. Entwicklung der neuzeitlichen Herstellung in 15 Monaten

[1]) Die bisher erwähnten Zahlen entstammen einer Untersuchung, die 15 Monate nach Einsetzen der neuen Fertigung angestellt wurde.

Beiträge zur Konstrukteurerziehung

Von Dipl.-Ing. A. Erkens, Studienrat an der Beuthschule, Berlin

Grundzüge einer Konstruktionslehre; Vorschläge über Inhalt, Aufbau und Zusammenarbeit mit benachbarten Fächern. Es wird eine selbständige Konstruktionslehre als Lehrfach an den Schulen vorgeschlagen, der die Pflege der Konstrukteurerziehung hauptsächlich zufallen soll. Der angegebene Weg bedingt keine Verlängerung der Studienzeit.

Abb. 1
Bedingungen, die eine Konstruktion beeinflussen

Es ist die Aufgabe des Konstrukteurs, aus festen Baustoffen räumliche Gebilde zu schaffen, die dem geforderten Zweck angepaßt und die preiswürdig sind. Besonders die letzte Forderung wird leider häufig nicht genügend beachtet, und es wird vergessen, daß die Konstruktionen eine Ware darstellen und den Gesetzen der Preisbildung unterliegen.

In letzter Zeit hat sich eine Reihe von Veröffentlichungen hiermit befaßt. In der Hauptsache handelt es sich dabei um Versuche, den von den Schulen kommenden Ingenieuren die Erfahrungen der Praxis soweit näher zu bringen, daß sie für ihre Konstruktionen nutzbar werden. In Tafeln mit Gegenüberstellungen von „falsch" und „richtig" hat man die Kunstfehler zusammengestellt, die auf den einzelnen Herstellungsgebieten beobachtet worden sind. Auch der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen hat diese Form für die Erziehung der Ingenieure an den Schulen übernommen.

Es ist an der Zeit, daß die Konstrukteure die vom Betrieb gestellten Probleme verarbeiten, um sie in die für den Konstrukteur geeignete Form zu bringen.

Die größte Aufgabe haben dabei die Schulen. Ihr Ziel kann man nicht darin sehen, den Studierenden alle von der Praxis entlehnten Einzelerfahrungen zu übermitteln. Das ist unmöglich. Schule und Praxis müssen sich die Aufgaben so teilen, daß die Schule die Grundlagen gibt, an die sich die Industrie ohne Lücke mit ihren besonderen Konstruktionserfahrungen aus ihrem Herstellungskreis anschließt.

In Abb. 1 sind die Bedingungen zusammengestellt, die eine Konstruktion beeinflussen. Damit wird auch die Richtlinie gegeben, nach der der Ingenieur auf den Schulen erzogen werden muß.

Zur Betrachtung und Klärung der hierbei auftauchenden Fragen sei das Entstehen einer Konstruktion an einem meiner Tätigkeit entlehnten Beispiel verfolgt.

Abb. 2
Konstruktionsaufgabe: Führung einer senkrecht hin- und hergehenden Stange in einer Gußeisenkonstruktion

Aufgabe

Eine Stange vom Durchmesser $D = 50$ mm, die in senkrechter Richtung eine hin- und hergehende Bewegung ausführt, soll durch eine Konstruktion aus Gußeisen sicher geführt werden. Die Führung muß an einer runden Wandung befestigt werden, die sich in einer Entfernung $A = 180$ mm befindet; die Führungslänge betrage $H = 100$ mm, Abb. 2.

Der lernende Konstrukteur wird zunächst die Bedingungen der ersten Stufe einer Konstruktion, Abb. 1, ohne Rücksicht auf die der zweiten Stufe zu erfüllen trachten. Er bringt den gegebenen Baustoff in eine ihm zweckentsprechend erscheinende Form. An Hand einer perspektivischen Skizze ergänzt er dabei seine räumlichen Vorstellungen. Das vorhandene Formgefühl beruht auf den Erfahrungen, die er bisher erworben hat. Er muß nun durch den Unterricht dazu gebracht werden, den in Abb. 5 gezeigten Niederschlag seines Formvermögens auf Grund der Forderungen der Stufe 1 und 2 zu überprüfen.

Entsprechend Abb. 3 muß auf die Bedingungen hingewiesen werden, die für spanlose Formverfahren vom Konstrukteur zu beachten sind. Zusammengefaßt müssen die Bildungsgesetze gußeiserner Körper besprochen werden. Das Entstehen der Modelle und Kerne aus einfachsten Körpern wie Prisma, Zylinder, Kegel, Kugel usw. ist zu erläutern. Sehr wertvoll ist in dieser Richtung die Volksche Abhandlung über Gehäuse[1]). Die Kostenfrage ist zu behandeln und besonders darauf hinzuweisen, daß vorhandene ähnliche Modelle nach Möglichkeit zu benutzen sind, soweit sich die infolgedessen als notwendig erweisenden Änderungen der Konstruktion mit den Bedingungen der Aufgabe vereinbaren lassen. Ebenso müssen die Einflüsse der Modell- und Kernausführung auf die Gestaltung des Werkstückes betrachtet werden. Der junge Konstrukteur muß veranlaßt werden, den ganzen Herstellungsgang des Gußstückes über Gießerei, Kern- und

[1]) „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 652.

Abb. 3. Vom Konstrukteur bei spanlosen Formverfahren zu beachtende Bedingungen

Modell- bzw. Schablonenmacherei und Gußputzerei geistig kritisch zu verfolgen. Die beste Hilfe ist dabei die perspektivische Handskizze.

Daran anschließend ist auf die Fragen des Zusammenbaues einzugehen, wie z. B. auf die leichte und bequeme Sicherung des Führungsarmes in seiner Lage gegenüber der Wand usw.

Bevor die Maße eingeschrieben werden, muß die Ausgangfläche der Bearbeitung bestimmt sein. Dabei ist es zweckmäßig, sich auch über die Art der spangebenden Formung klar zu werden. Grundsätzlich ist die Bearbeitung so gut zu wählen, daß möglichst wenig Maschinenwechsel und Umspannungen nötig sind. Soweit irgend angängig, sollen vorhandene Bearbeitungswerkzeuge verwendet werden. Hinsichtlich der Gestaltung des Werkstückes ist es von erheblicher Bedeutung, ob es sich um Einzel-, Reihen- oder Massenfertigung handelt.

Wird die Anwendung einer Vorrichtung erwogen, die Anreißen und Ausrichten erspart, so sind die Kosten zu prüfen, und es ist darauf zu sehen, vorhandene Vorrichtungen möglichst wieder zu verwenden. In Abb. 4 sind die Bedingungen zusammengestellt, die der Konstrukteur bei der spangebenden Formung zu beachten hat.

Indem dem jungen Ingenieur so stufenweise die für die Konstruktion wichtigen Gesichtspunkte, Abb. 1, näher gebracht werden, kommt er dazu, ihnen zu entsprechen.

Entwicklung der Aufgabe bis zur endgültigen Form

In Abb. 5 bis 8 ist die Entwicklung der Aufgabe bis zur endgültigen Form gezeigt. Aus den Bildunterschriften sind die Einwendungen des Lehrers zu

Abb. 4. Bedingungen bei spangebender Formung

Einwendungen des Lehrers:

1. Querschnitt brauchbar
2. Fußform und Schraubenebene ungünstig
3. Zweckmäßigkeit der Kopfschrauben zu prüfen
4. Ausbildung des Wandanschlusses beachten
5. Querschnittübergänge falsch
6. Werkstoffverteilung falsch
7. Schnittdarstellung erforderlich
8. Schrauben und Muttern nur dort zeichnen, wo zur Festlegung der Maße erforderlich
9. Falsche Darstellung der Schraube

Skizze der Gehäuseausbildung für die Aufnahme des Armes.

Abb. 5. Konstruktion eines Führungsarmes, erster Entwurf.

Warzenausbildung

Armsicherung

Abb. 6. Konstruktion eines Führungsarmes, zweiter Entwurf.

Einwendungen des Lehrers:

1. Angabe der Teilebene nötig
2. Anzug fehlt
3. Modell aus einfachen Körpern zusammengeleimt, daher Stoßstellen gleiche Halbmesser, sofern nichts andres vorgeschrieben
4. Art der Mutterauflage erwägen
5. Sicherung der Büchse nötig
6. Führungsarm durch Nut und Feder oder Paßstift zu sichern; zweckmäßiger Schnitt fehlt
7. Maßeintragung falsch
8. Normbezeichnung fehlt
9. Da Werkzeichnung verlangt, nur Gußkörper stark, alles andre schwach zeichnen
10. Schnittangaben fehlen

ersehen, die nur einen kurzen Ausschnitt darstellen sollen und die auf den folgenden Blättern berücksichtigt sind. Der junge Konstrukteur hat auf den einzelnen Blättern seine Gedankengänge veranschaulicht und sich dabei z. T. der Perspektive bedient. Infolgedessen ist er in der Lage, jederzeit seine Konstruktion, Abb. 8, aus ihrer Entstehung heraus, Abb. 5 bis 7, zu betrachten. Auch dem Lehrer wird es so leichter, Einfluß auf die Entwicklung des konstruktiven Denkens seiner Schüler zu gewinnen. Die einzelnen Konstruktionswege, die den Bedingungen der Aufgabe entsprechen, sind in Abb. 9 bis 23 zusammengestellt. Jede einzelne Lösung ist auf dem gleichen Wege entstanden, Abb. 5 bis 7. Es erscheint besonders im Beginn des Konstruktionsunterrichtes erwünscht, dem jungen Konstrukteur genügend Freiheit in der Gestaltung zu lassen, damit er die Wege zur Konstruktion selbst auffinden lernt.

Die kritische Betrachtung dieser Konstruktionen läßt die billigste und somit unter gegebenen Verhältnissen richtige Lösung erkennen. Dadurch wird die Erfahrung des jungen Konstrukteurs vergrößert. Falsch wäre es, wenn die in Abb. 9 bis 23 gegenübergestellten Lösungen z. B. alle nach dem Gesichtspunkt des Aushebens des Modells nach verschiedenen Richtungen zusammengestellt würden. Das mag für den technologischen Unterricht, der eine gegebene Konstruktion zum Ausgang seiner Betrachtung macht, richtig sein; für den Konstruktionsunterricht, der erst die Konstruktion schaffen muß, sind alle Aufgaben nur vom Konstruktionsgedanken zu lösen. Läßt man den Konstrukteur an der Hand ähnlicher Aufgaben immer festeren Fuß fassen auf den Wegen zur Konstruktion, so werden die Erfahrungen bald Gefühl geworden sein.

Die Aufgabe ist einfach. Ist die Wahl des Baustoffes zur Bestimmung freigestellt, so tauchen neue Schwierigkeiten auf, die überwunden werden müssen. Der Lernende muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß nicht nur Festigkeitseigenschaften bei der Auswahl von Bedeutung sind. In Abb. 1 sind die wichtigsten den Baustoff kennzeichnenden Größen zusammengestellt. Eine ungeschickte Wahl kann die Herstellkosten des Werkstückes sehr erhöhen. Das tritt z. B. ein, wenn gedankenlos ein festerer Werkstoff als geplant, gewählt wird. Dadurch, daß sich dieser häufig schwerer bearbeiten läßt, wirkt die erforderliche längere Laufzeit verteuernd. Besonders zu beachten sind auch die Beschaffungspreise der Baustoffe. Oft läßt sich durch geringe Änderung in der Anordnung der Bauteile ein billigerer Baustoff anwenden. Ferner kommt bei der spanlosen Formung noch die Entscheidung hinzu, ob durch Zusammenfügen oder durch Verformen die Konstruktion gebildet werden soll, Abb. 3. Als Zusammenfügungsmittel hat in neuerer Zeit besonders das Schweißen an Verbreitung gewonnen.

Weist man die jungen Konstrukteure wieder nacheinander auf diese Schwierigkeiten hin, so werden zum Schluß eine Reihe von Lösungen aus verschiedenen Baustoffen gegenüberzustellen sein, die kritisch beleuchtet werden müssen. Die Entscheidung ist dann unter Konstruktionen, die durch Schweißen, Löten, Gießen oder durch Kalt- oder Warmverformen hergestellt wurden, zu treffen. Bei den Gesenken ist auf die Herstellkosten

Abb. 7. Konstruktion eines Führungsarmes, dritter Entwurf

Skizze des gewählten Herstellganges

a Anreißen
b Grundfläche hobeln
c Öl- und Schraubenlöcher bohren
d ausbohren, fertigbohren
e vorreiben, nachreiben
f Vordernabe abflächen
g Hinternabe abflächen

Einwendungen des Lehrers:

1. Buchse oder Stange für Schmierung einrichten
2. Bearbeitungsgang und Ausgangfläche festlegen
3. Kern erfordert Kernstütze
4. Kern für Massenfertigung geeignet
5. Einbuchtung besser fortlassen
6. Schnitt *A—B* ungünstig, besser so, daß Warze in Ansicht
7. Falsche Darstellung
8. Falsche Maßeintragung
9. Falsche Paßeintragung
10. Fehlen der Längentoleranzen

hinzuweisen und zu besprechen, daß sie während der Benutzung besonders zu behandeln sind, wenn sie nicht zu schnell abgenutzt werden sollen. Ebenso ist wieder wie bei den Modellen auf die Verwendung bereits vorhandener Gesenke hinzuweisen usw.

In denselben Kreis der Überlegung gehört die Prüfung der Frage, ob die Arbeit aus dem Vollen oder als reine Oberflächenbearbeitung ausgeführt werden soll. Dabei sind die Einflüsse der Modell-, Gesenk- und Kernkastenherstellung sowie der Stückzahl zu erörtern.

Für gegossene Teile ist auch das Spritzgußverfahren in die Betrachtung mit einzubeziehen, das sich nur bei einigen Metallen anwenden läßt. Es verlangt Dauerformen und besondre Einrichtungen. Mit der Angabe dieser Gesichtspunkte ist keineswegs die Aufgabe erschöpft; nur die Hauptpunkte sollen gestreift werden.

Abb. 8
Konstruktion eines Führungsarmes, über Abb. 5, 6 und 7 gefundene endgültige Ausführung

Das Beispiel des Führungsarmes mißt in der Aufgabenstellung der zweiten Stufe der Konstruktion mehr Bedeutung bei als der ersten. Aufgaben dieser Art sind für den Anfänger bestimmt. Durch stärkere Betonung des Einflusses der ersten Stufe steigert man die Anforderungen. Aufgaben, bei denen der ersten Stufe größerer Raum zukommt, wie z. B. die Konstruktion ganzer Maschinen und Anlagen, eignen sich infolge ihres Umfanges und der vorauszusetzenden Fachkenntnisse für Fortgeschrittene. Demgemäß lassen sich die Aufgaben nach den Anforderungen, denen die einzelnen Stufen zu genügen haben, ordnen.

Gegenstand der Konstruktionsaufgaben können alle Teile von Maschinen und ganze Maschinen selbst sein.

Für die Unterstufe eignen sich als Vorlage am besten die einfachen Maschinenteile, wie Hebel, Stützen, Böcke, Ständer, Gestelle, Grundplatten, Rahmen usw., Aufgaben, bei denen hauptsächlich die Stufe 2 entwickelt werden kann. Für Fortgeschrittene sind als Beispiel Kupplungen, Triebwerke usw., einfache Maschinenteile mit schwereren Bedingungen zu empfehlen. Die besondern Bauteile der Maschinen, wie Zylinder, Köpfe usw., die mehr Fachkenntnisse voraussetzen, werden am besten der Oberstufe vorbehalten.

Bei der Aufstellung eines Lehrplanes ist es empfehlenswert, die Beispiele so auszuwählen, daß man die Behandlung gleicher oder ähnlicher Aufgaben mit derselben Konstruktionsgrundlage in der Oberstufe entbehren kann. Damit wird dort eine wünschenswerte Entlastung eintreten.

In diesem Zusammenhang ist es unerläßlich, alle die Konstruktion angehenden Fragen an einer Stelle zusammenfassend zu behandeln. Es erscheint daher erforderlich, eine selbständige „Konstruktionslehre" als neues Lehrfach zu bilden, die das Konstruieren im vorstehenden Sinne lehren muß. Da alle dem Maschineningenieur in den einzelnen Lehrgebieten nähergebrachten Theorien der Mehrung seiner Erkenntnis dienen, so verbleibt der Konstruktionslehre die Aufgabe, sie zusammenzufassen, zu ordnen und unter Zufügung neuer Gesichtspunkte zu Bausteinen einer Konstruktion auszugestalten.

In der Unterstufe der Konstruktionslehre können Aufgaben der zweiten Stufe und leichtere der ersten und zweiten Stufe behandelt werden. In der Oberstufe der

Abb. 9 bis 23
Zusammenstellung verschiedener Lösungen, die der Aufgabe (s. Abb. 2) genügen, und die auf den gleichen Wegen wie Abb. 8 gefunden wurden

Konstruktionslehre kann eine einzige Aufgabe, deren Richtung vom Studierenden frei gewählt werden kann und die vom betreffenden Fachlehrer gestellt wird, vollkommen durchgeführt werden. Damit würden die übrigen mit Übungen verbundenen Sonderfächer auf vollständige Durchführung ihrer Aufgaben im Sinne der Konstruktionslehre verzichten können und Zeit für eine vertieftere Behandlung gewinnen.

Die für dieses neue Fach erforderliche Zeit läßt sich ohne Verlängerung der Studienzeit schaffen. Für die Unterstufe der Konstruktionslehre kann die nach Wegfall der Übungen in Maschinenteilen freiwerdende Zeit dienen. Das kann mit um so mehr Berechtigung geschehen, als der bisherige Inhalt dieser Übungen, wenn auch in anderer Form, z. T. in der neuen Konstruktionslehre aufgehen würde.

Die „Oberstufe der Konstruktionslehre" läßt sich nach Abgabe einiger Übungsstunden jeder Fachrichtung, die zusammenzufassen sind, ebenfalls ohne Verlängerung der Studienzeit bilden.

Der Konstruktionslehre voranzustellen ist eine Einführung in die Veranschaulichungsverfahren des technischen Denkens und eine Vermittlung der gebräuchlichsten Symbole. Vermehrter Wert kommt dabei der perspektivischen Darstellung zu, die noch durch das Formen mittels plastischer Stoffe zur Vervollkommnung der Raumanschauung ergänzt werden kann. Bei den Skizzierübungen muß der angehende Konstrukteur erzogen werden, die behandelten Vorlagen wie ein Anatom zu betrachten, um die grundlegenden Konstruktionsgesichtspunkte herausfinden zu lernen.

An diese Einführung schließt sich dann erst die Unterstufe der Konstruktionslehre an. Ist vorher das Sezieren am vorhandenen Modell geübt worden, um die Grundgesetze der Konstruktion herausfinden zu lernen, so wird es jetzt Zweck der Konstruktionslehre, gestellte Aufgaben nach den Gesetzen der Konstruktion in die ihr entsprechende Form zu bringen, Abb. 1.

Sehr von Vorteil für die Durchführung dieser Konstruktionslehre wird es, wenn sämtliche Fächer, die die Grundlagen dafür zu geben haben, auf die Aufgaben des Konstrukteurs Rücksicht nehmen. So z. B. muß bei den Berechnungen der Baustoffe auf Festigkeit klar zu erkennen sein, auf welchen Grundlagen die angegebenen Gleichungen beruhen und wie weit sie gültig sind. Es kann nützlich sein, dabei auf die Nachprüfung durch Versuche hinzuweisen.

Ebenso müßten die technologischen Fächer einschließlich Werkzeugmaschinenlehre den Einfluß der Herstellverfahren hinsichtlich Art und Durchführung mit Rücksicht auf die Gestaltung des Werkstückes durch den Konstrukteur ausführlicher behandeln.

Zur Unterstützung der Konstruktionslehre können auch Tafeln von Wert sein. Dabei sind vorzuschlagen:

1. Ein Leitfaden etwa nach Abb. 1, 3 und 4.
2. Als Ergänzung dazu Darstellungen der Entstehung einer Konstruktion in Stufen entsprechend der gestellten Aufgabe, etwa wie Abb. 5 bis 8 und Abb. 2.
3. Als Fortsetzung zu 2. Veranschaulichungen verschiedener Lösungen derselben Aufgabe, die mit einem Text versehen sein müssen, der auf die unter den gegebenen Bedingungen richtige Konstruktion hinweist, entsprechend Abb. 9 bis 23. Diese vergleichenden Konstruktionsbeispiele müßten entsprechend Abb. 1 das ganze Gebiet der Konstruktion anschaulich belegen. Dabei darf für die Auswahl der zu vergleichenden Lösungen nur der Konstruktionsgedanke leitend sein.
4. Darstellungen der Grundgesetze der Formverfahren, etwa im Sinne der Falsch-Richtig-Tafeln des Datsch.
5. Darstellungen, die von einer bestimmten Konstruktion ausgehen und den Einfluß zeigen, den Einzel-, Reihen- und Massenfertigung ausüben.

Diese planmäßige Festlegung der Einflüsse der Bedingungen entsprechend Abb. 1 auf die Entstehung der Konstruktion könnte schließlich zu Konstruktionsregeln führen, die neben den Blättern oder Tafeln ein weiteres brauchbares Hilfsmittel für den Konstrukteur werden könnten.

Die jeder Darstellung zugrunde liegende Aufgabe muß klar erkennbar sein. Die ganze Anlage der Tafeln darf nicht zu starr werden, damit der Weg nicht verbaut wird, sich der fortschreitenden Technik anpassen zu können.

Daß trotz dieser Hilfsmittel und Verfahren der Lehrer nicht entbehrt werden kann, ist selbstverständlich. Mehr noch als vordem bleibt die Persönlichkeit des Lehrers für das Gelingen des Konstruktionsunterrichtes entscheidend. [B 803]

Planmäßige Werkstoffverwaltung

Von Otto Langner, Magdeburg

Die Lagerabteilung als Verbindung zwischen Einkaufabteilung und Betrieb — Wareneingang — Lagerbuchführung — Vordrucke

Eine gute Lagerverwaltung kann durch geeignete Maßnahmen die Lagerbestände vereinheitlichen, Lagerhüter und Überkäufe vermeiden, Lücken im Lager rechtzeitig auffüllen, in jedem Augenblick Menge und Wert der Bestände für Abschlußzwecke, bei Brandschäden und dergl. feststellen, die Ausgabe von Betriebstoffen an die Werkstätten auf das Notwendigste beschränken und dadurch Ersparnisse an Zeit und Geld erreichen, die eine wesentliche Herabsetzung der Gemeinkosten bedeuten.

Die Lagerabteilung stellt die Verbindung zwischen der Beschaffungsstelle der Werkstoffe, gewöhnlich der Einkaufsabteilung, und dem „Verbraucher", dem Betriebe, dar; sie soll beide unterstützen, indem sie die Wünsche des Betriebes an die Einkaufabteilung weiterleitet und umgekehrt günstige Einkaufmöglichkeiten oder beachtenswerte Neuerungen der Betriebsleitung übermittelt. Das Arbeitsgebiet der Lagerverwaltung erstreckt sich auf den Wareneingang, die Lagerordnung und Lagerbuchführung.

Wareneingang

Die Stelle für den Eingang aller Waren gliedert man zweckmäßig der Lagerverwaltung an. Sie muß von der Einkaufabteilung durch einen Abdruck der Bestellung unterrichtet werden, für welchen Auftrag oder Zweck der eingegangene Werkstoff bestimmt ist, damit das Eintreffen der zuständigen Stelle ohne Verzug gemeldet werden kann. Nach gewissenhafter Feststellung des Absenders, der Stückzahl, des Gewichtes, der Abmessungen und dergl. sowie der entstandenen Einkaufsunkosten fertigt man einen Eingangschein, Vordruck 1, im Durchschreibverfahren möglichst dreifach aus. Der erste Schein ist für den Empfänger der Ware (Lager, Betrieb oder Verwaltung) bestimmt und ist mit einem Abriß versehen, auf dem der Empfänger den Empfang der Ware bescheinigen muß. Der zweite Schein wird der Einkaufabteilung zur Prüfung der Rechnung des Lieferers übermittelt, die dritte Ausfertigung bleibt als Beleg in der Eingangstelle.

Lager

Der Verwaltung der Rohstoff-, Betriebstoff- oder Fertigteil-Lager liegt im allgemeinen die Aufgabe ob, alle Güter zweckmäßig zu lagern, also möglichst dort, wo sie im Laufe der Erzeugung verwendet werden sollen, um die Förderkosten auf das Mindestmaß zu beschränken. Ferner muß für ausreichende und dem Betrieb gegenüber abgeschlossene Lagerräume und für peinliche Ordnung gesorgt werden, damit man jeden Gegenstand sofort finden kann. Alle Wareneingänge oder -ausgänge sind mit einem entsprechenden Schein zu belegen. Für die Entnahme einzelner Werkstoffe kann der übliche Entnahmeschein Verwendung finden, der in einem größeren Betriebe nicht von dem Meister, sondern von dem zuständigen Bestell- oder Arbeitsbureau ausgestellt wird.

Werkstoffe für größere Aufträge, deren Erledigung längere Zeit in Anspruch nimmt, fordert man auf Entnahmelisten, Vordruck 2, an, die aber möglichst nur Waren aus einem bestimmten Lagerbezirk enthalten dürfen. Damit erreicht man, daß die Werkstätten nicht unnütz mit Vorräten gefüllt werden, die vielleicht erst nach Tagen oder Wochen, je nach dem Fortgange der Arbeit, zur Verarbeitung gelangen. Selbstverständlich sind diese Listen, die man doppelt (für Betrieb und Lager) ausstellt, im Lager besonders zu behandeln. Während der Werkstoff für kleinere Aufträge gewöhnlich vorrätig sein oder seine Beschaffung keine Schwierigkeiten bereiten wird, muß die Entnahmeliste für einen größeren Auftrag vom Bestell- oder Arbeitsbureau zunächst an die Lagerverwaltung zur Bereitstellung oder Beschaffung der etwa nicht vorrätigen Stoffe gegeben werden. Die Bereitstellung kann buchmäßig auf der Lagerkarte oder tatsächlich in einem besondern Bereitstell- oder Sammellager erfolgen, in letzterem Falle natürlich nur dann, wenn Größe und Beschaffenheit der Werkstoffe

Vordruck 1

1 Eingangschein Nr.	An Abt.	Verauslagte Kosten: Fracht M ... Rollgeld „ ... Zoll „ ... Nachnahme „ ... . „ ... Zus. M ...
Firma ...... in ...... durch ...... am ...... Sendg. vom ...... Zeichen ...... Verpackung		

Bestell-Nr.	Menge	kg m Stck.	Gegenstand	für	Bewertung einzeln M	₰	zusammen M	₰

Zur Beachtung! Ware sofort nach Erhalt dieses Scheines abholen. — Einwendungen gegen Verwendbarkeit unverzüglich melden.	Eingang bescheinigt von ......

Die auf Eingangschein Nr. ......
aus Sendung der Firma ...... in ......
angemeldeten Waren sind an ...... (Nr.)
auszuhändigen — ausgehändigt — weitergesandt.
(Nichtzutreffendes streichen.)

Abteilung: ......
Tag: ......
Name: ......

Auf Vordruck 2 und 3 fällt der Vordruck des Abrisses fort. Der freie Raum kann zu „Bemerkungen" benutzt werden.

Vordruck 2

Nr.	Werkstoff-Entnahmeliste	Auftrag Nr. ...... Kennwort:	Werkstoff-Konto: ......

kg	m	Stck.	Gegenstand	Werkstoff	Nähere Bezeichnung	Lagervermerk	Ausgegeben Tag	Ausgegeben Name	Empfangen Tag	Empfangen Name	Einheitspreis M	₰	Gesamtpreis M	₰

Vordruck 3

Werkstoffgruppe:		Lager:			
Gegenstand	Nähere Bezeichnung	Bestand am	Ausgang im Monat	Bestand am	Ausgang im Monat

Der Vordruck kann auch durch eine weitere Spalte für 3 Monate erweitert werden.

Vordruck 4

Bestandaufnahme		Tag:		Lager:		
Lagerort	Gegenstand	Bestand			Unterschied	Bemerkungen
		lt. Anhänger	lt. Befund	lt. Karte		
Aufgenommen:			Geprüft:			

dies zulassen. Das Arbeitsbureau bekommt hierauf die Entnahmeliste, mit den Vermerken der Lagerverwaltung versehen, ob der Werkstoff vorgemerkt oder bestellt ist, wieder zurück und gibt sie erst dann mit dem Arbeitsauftrag an den Betrieb weiter, wenn alles dafür zur Verfügung steht.

Von dem Eingang auswärts bestellter Werkstoffe muß die Lagerverwaltung das Arbeitsbureau stets auf dem Laufenden halten. Wird der betreffende Auftrag in Arbeit genommen, so erhält sowohl die Lagerverwaltung als auch die Werkstatt einen Abdruck der Entnahmeliste. Die Ausgabe von Werkstoffen erfolgt dann lediglich gegen Vorzeigung der Liste. In dieser und in der im Lager befindlichen zweiten Ausfertigung vermerkt der Ausgeber den Tag der Entnahme. Erst bei der Ausgabe des letzten Werkstoffes für den Auftrag wird die Liste von der Lagerverwaltung zurückbehalten. Sie tritt dann den üblichen Weg über die Kartenführung usw. an das Kalkulationsbureau an.

Damit die Angestellten an gute Ordnung gewöhnt werden, ist jeder Warenein- oder -ausgang auf einer Anhängekarte, die in der Nähe jedes Lagergegenstandes angebracht sein muß, zu vermerken; für diesen Zweck genügen einfache Karten, auf denen jeder Ein- oder Ausgang zu- oder abgeschrieben wird.

Entnahme-, Eingangscheine und dergl. sind täglich vor Betriebschluß der Lagerbuchführung zuzustellen.

Ausgezeichnet bewährt hat sich wegen der verminderten Schreibarbeit ein Verfahren, bei dem die Anhängezettel durch Lagerkarten ersetzt werden, die man, nach Werkstoffen geordnet, aufbewahrt. Die Lagerkarten sind nur monatlich aufzurechnen und der Abgang während des Monats und der Bestand am Monatsende auf einem Berichtblatt, Vordruck 3, zu melden, wenn es nicht möglich ist, die Karte der Buchführung zur Verfügung zu stellen. Hierdurch wird die nochmalige Abbuchung jeder Werkstoffentnahme auf der Hauptkarte in der Lagerbuchhaltung vermieden. Die gleiche Ware, z. B. Stabeisen, Bleche, Schrauben, Muttern usw. derselben Abmessung, wird also monatlich nur in einer Summe auf der Hauptkarte abgebucht. Bei Wareneingängen empfiehlt sich dagegen die Beibehaltung der Einzelbuchung. Bei dieser Buchungsart reicht die Hauptkarte für einen längeren Zeitraum aus und gewährt vor allen Dingen eine bessere Übersicht, besonders bei Werkstoffen, die täglich mehrmals entnommen werden.

Außerordentlich wichtig ist es, die Lagerbestände in bestimmten Zeiträumen zu prüfen. Hierzu dient der Vordruck für Bestandaufnahme, Vordruck 4. Monatlich müssen mindestens 10 vH der in einem Lager befindlichen Gegenstände von der Prüfung erfaßt werden, damit der Bestand jedes Werkstoffes wenigstens einmal im Jahre geprüft worden ist.

Lagerbuchführung

Der Lagerbuchführung liegt das wichtige Gebiet des Lagerwesens, die planmäßige Verfügung über Rohstoffe und Vorratsteile, ob. Eine übersichtliche Buchhaltung muß über die Bestände, alle Zu- und Abgänge usw. Auskunft geben können. Die Form einer Kartei hat sich dafür am besten bewährt. Über jeden auf Lager gehaltenen Werkstoff wird eine Lager- oder Gegenstandskarte, Vordruck 5, geführt, die alle wissenswerten Aufzeichnungen enthält.

In der Hauptspalte 1 („Bestellt") trägt man die Geschäftsvorfälle der Reihe nach ein, ganz gleich, ob es sich um Bestellungen oder Eingänge handelt. Die Spalte „Noch in Bestellung" zeigt die Menge des bestellten, aber noch nicht gelieferten Werkstoffs. Neubestellungen werden zu-, Eingänge dagegen von der letzten Zahl abgeschrieben. Aus der Hauptspalte 2 („Vorhanden") ist der jeweilige Lagerbestand zu ersehen. Die Hauptspalte 3 („Bewertung") dient zur Bewertung der vornehmlich von fremden Firmen gekauften Gegenstände. Die Bewertung kann aber auch auf die in dem eigenen Betriebe hergestellten Lagerteile ausgedehnt werden, deren Herstellungspreis ohne Gewinnzuschlag von der Kalkulationsabteilung anzugeben ist. In Hauptspalte 4 werden gewöhnlich alle größeren Werkstoffmengen „vorgemerkt", die für die Erzeugung zu einem bestimmten Zeitpunkt gebraucht werden. Die Vormerkung kann man unterlassen, wenn es sich um Güter handelt, die jederzeit in genügender Menge greifbar sind. Die letzte Hauptspalte 5 („Verfügbar") ist für die

Vordruck 5

Gegenstand: ...... Mindestbestand: ...... Lager- oder Zeichn.-Nr.
Zustand der Bearbeitung: ...... Gewicht: ...... Jahresbedarf etwa: ......
Bestellvorschrift: ...... Monatsbedarf etwa: ...... Lagerort:

1. Bestellt								2. Vorhanden Zugang „rot" Abgang „schwarz"					3. Bewertung Zugang „rot" Abgang „schwarz"			4. Vorgemerkt Zugang „rot" Abgang „schwarz"				5. Verfügbar 2 abzügl. 4	
Tag	Monat	Bedarfsanmelder. Eingangsvermerk	Bestell-Nr.	Lieferzeit	Menge bestellt	Menge geliefert	Noch in Bestellung	Tag	Nr.	Auftr.-Nr.	Menge	Bestand	einzeln M ₰	zus. M ₰	Bestandwert M ₰	Tag	Auftr.-Nr.	Menge	Gesamtmenge	Tag	Menge

Vordruck 6

Lagerbewegung im Monat .... 19.....			Werkstoffgruppe: .... Menge schwarz, Wert darunter rot eintragen			
Gegenstand	Menge in kg, m, Stck.	Bestand am	Zugang von Lieferern	Zugang von eig. Erzeugung	Abgang an Erzeugung	Bestand am .....
....	...	......	...	....	......	....
....	...	...	......	...	......	......
Zus.: Menge / Wert						

rechtzeitige Beschaffung des Werkstoffes außerordentlich wichtig. „Verfügbar" ist der Lagerbestand eines Werkstoffs abzüglich der für laufende Aufträge bereits vorgemerkten Menge, so daß man bei jeder Buchung in Spalte 2 oder 4 auch die Spalte 5 auszufüllen hat.

Monatlich oder vierteljährlich werden Mengen und Werte der Bestände sowie die Zu- und Abgänge auf einem Vordruck für Lagerbewegung, Vordruck 6, zusammengestellt, und zwar nach Werkstoffgruppen, damit die Geschäftsleitung in der Lage ist, sich regelmäßig über Lagerbestände, Lagerumsätze und die in den Lagervorräten festgelegten Gelder zu unterrichten. Eine derartig Übersicht läßt sich auch für den Abschluß verwender Die unbedingt notwendige stille Rücklage würde dann nich mehr durch Festlegung besonders niedrig gehaltener Ab schlußpreise, sondern durch Abschreibung eines bestimm ten Satzes für Schwund, Fehlmengen oder Preisschwan kungen von dem Gesamtbestandswert einer Warengrupp geschaffen.

Die in der Lagerbuchführung geleistete Kleinarbeit h die Unterlagen geschaffen für die Führung von Werkstoff konten, einem wichtigen Teile der Betriebsbuchführung Kleinere Betriebe kommen gewöhnlich mit einem Werk stoffkonto aus. Dagegen ist es für Unternehmungen, di Güter mannigfacher Art und Beschaffenheit in größeren Mengen verarbeiten, empfehlenswert, das Werkstoffkonto in Unterkonten zu zergliedern, wie etwa Stabeisen, Eisen bleche, Kupfer, Messing und sonstige Metalle, Werkzeuge, Holz, Betriebstoffe (Öle, Feuerungsstoffe usw.) u. a. m.

Die buchmäßige Belastung eines Werkstoffkontos erfolgt unter dem Eingangstage der Ware auf Grund der Lieferrechnungen oder der Angaben der Kalkulation. Belastet wird das Werkstoffkonto natürlich auch mit allen Fracht- und ähnlichen Kosten. Die buchmäßige Gutschrift auf Werkstoffkonto nimmt man am einfachsten durch die monatlich aufzustellenden „Lagerbewegungen" vor, man kann aber dazu auch die in der Lagerbuchhaltung bewerteten Entnahmescheine aufrechnen.

Mit den Buchungen für die Werkstoffkonten sind selbstverständlich die Gegenbuchungen eng verbunden, wie Be- und Entlastung des Kontokorrent-, Erzeugungs-, Betriebsgemeinkosten-, Fertigwaren-Kontos und dergl. Diesen Konten werden durch eine ordnungsmäßige Lagerbuchführung zuverlässige Werte übermittelt. [B 775]

Mikroasbest für Eisenguß-Dauerformen

Asbest, das faserige Mineral, muß zum großen Teil aus Überseeländern eingeführt werden. Der Preis ist daher auch höher, als der von andern feuerfesten Baustoffen. Für die Verwendung von Asbest in Pulverform wurden bisher die Abfälle der spinnfähigen Asbestfaser vermahlen, deren chemische Zusammensetzung aber nicht gleichmäßig ist und die dem jeweiligen Verwendungszweck infolgedessen nicht immer gerecht werden. Seit man in Rechnitz im Burgenland, Österreich, den Mikroasbest gewinnt, der in seiner Zusammensetzung völlig gleichbleibend geliefert werden kann, wird man den Stoff überall dort verwenden, wo man Asbest in Pulverform benutzt und gleichbleibende Güte fordert. Der burgenländische Mikroasbest wird gemahlen oder geschlämmt und gemahlen geliefert. Die chemische Zusammensetzung ist dem besten kanadischen Asbest gleichwertig: Kieselsäure 49,81 vH, Tonerde 2,19 vH, Kalk 13,21 vH, Magnesia 27,96 vH, Feuchtigkeit bis 120 °C 3,91 vH, Eisenoxyd 2,80 vH, Manganoxydul Spuren.

Da Mikroasbest auch in der feinsten Vermahlung seine faserige Beschaffenheit beibehält, ist er ein vorzüglicher Stoff, die Feuerfestigkeit von Formsanden zu verbessern und um Dauerformen nach dem Büsselmann-Verfahren herzustellen. Die Masse zur Herstellung von Dauerformen besteht aus 2 bis 3 Teilen gemahlenem Ton, 2 bis 3 Teilen Kaolin, 1 Teil Koksmehl, 2 Teilen Quarzsand, 3 Teilen Schamotte, 2 Teilen magerem Formsand, 2 bis 4 Teilen Mikroasbest je nach Wanddicke der Gußstücke und Art der örtlichen Rohstoffe. Die Versuche, ihn in der Naßformerei anzuwenden, sind noch nicht beendet. Bei Trockenguß wird die Masse äußerst plastisch und zeigt nach dem Trocknen eine hohe Festigkeit, wobei jedoch eine Neigung zum Reißen nicht vorhanden ist.

Für Dauerformen muß man einen Werkstoff von hoher Feuerfestigkeit, guter Gasdurchlässigkeit und einer gewissen Zähigkeit als Formmasse verwenden, da die wiederholte Erwärmung beim Gießen und die jeweils folgende Abkühlung, ferner die Aufnahme und das Wiederaustreiben von Feuchtigkeit beim wiederholten Schwärzen hohe Ansprüche an den Formstoff stellen. Er darf nicht zum Reißen und zum Abblättern neigen, noch darf er beim wiederholten Anfeuchten zusammenschlämmen, wodurch die Gasdurchlässigkeit herabgesetzt würde.

Bei Anwendung des Dauerformverfahrens kann man je nach Form, Art und Größe der Abgüsse 10 bis 25 Teile in ein und derselben Form gießen. Selbst bei großen Modellen, deren Formkastenabmessungen über die heut üblichen Abmessungen einer großen Rüttelmaschine hinausgehen, kann man das Büsselmannsche Dauerformverfahren anwenden. Nicht jede Gießerei hat eine Rüttelmaschine großer Abmessung. Ferner sind in manchen Fällen die Aufträge nicht von so großen Stückzahlen, daß sich die Herstellung einer Modellplatteneinrichtung bezahlt machte oder daß man eine entsprechende Formmaschine anschaffen könnte. Das Modell kann auch dem Besteller gehören, der eine Abänderung für maschinelle Herstellung nicht bewilligt, weil es dann an die betreffende Gießerei gebunden wäre. In allen solchen und ähnlichen Fällen ist das Dauerformverfahren heranzuziehen, weil es ohne Einrichtungskosten unter Verwendung der vorhandenen Formkasten und Modelle die Arbeitzeit wesentlich einschränkt und so die Selbstkosten vermindert.

Ein Maschinenständer (Hohlgußstück), Unterkasten $2000 \times 1200 \times 800$ mm^3, Oberkasten $2000 \times 1200 \times 200$ mm^3, wurde in der Handformerei in Trockenguß von einem Former und einem Hilfsarbeiter in je drei Tagen einmal gegossen. Der Lohn beträgt: 24 h Formerlohn, rd. 1,50 ℳ/h = 36 ℳ; 24 h Hilfsarbeiterlohn, rd. 0,90 ℳ/h = 21,60 ℳ; zusammen 57,60 ℳ für 1 Stück.

Bei Anwendung des Dauerformverfahrens wurden in einer Form 10 Abgüsse hergestellt, wobei der Lohn für ein Stück um 16,08 ℳ geringer ausfiel, also rd. 28 vH an Formerlöhnen erspart wurden. Weiter ist damit eine Verminderung der Ausgaben für neue Formstoffe und ihre Aufbereitung, für Koks zum Trocknen der Formen sowie für Förderung um mindestens 50 vH verbunden.

Mettingen [N 960] Karl Lehmann

RUNDSCHAU

Elektrotechnik

Wahl von Elektromotoren bei aussetzendem Betrieb

Aussetzender Betrieb ist ein solcher, bei dem Einschaltzeiten und stromlose Pausen in kurzer Folge wechseln. Er liegt bei Kranen, Aufzügen, Kippern, Drehscheiben, Spillen, Schiebebühnen, Rollgängen und andern Walzwerks-Hilfsmaschinen, ferner bei den Antrieben für den Wasserbau, wie z. B. Schleusen, Drehbrücken u. a. vor. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat in den Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen (REM) von 1923 die Vorschriften für die so betriebenen Elektromotoren festgelegt. Nachstehende Ausführungen dienen dem Zweck, den Fachgenossen, die mit derartigen Motoren zu tun haben, Erläuterungen zu diesen Regeln zu geben und die richtige Wahl bei der Planung zu ermöglichen.

Beim aussetzenden Betrieb zählen die Einschaltungen und Pausen nach Minuten oder gar nach Bruchteilen von Minuten, und der Betrieb erstreckt sich über den acht- bis vierundzwanzigstündigen Arbeitstag. Die Erwärmung des Motors bei diesem aussetzenden Betrieb steigt nach einem zickzackförmig verlaufenden Linienzug an, der sich asymptotisch der Grenzerwärmung τ_m nähert, Abb. 1. Ist nach einigen Betriebsstunden der Beharrungszustand erreicht, so wird die bei jeder Neueinschaltung dem Motor zugeführte Wärme in der folgenden Pause von der Oberfläche des Motors wieder an die Außenluft abgegeben. Abb. 1 zeigt durch den Zickzacklinienzug den Wechsel von Erwärmung und Abkühlung.

Der aussetzende Betrieb wird durch die „relative Einschaltdauer" gekennzeichnet. Die relative Einschaltdauer ist das Verhältnis von Einschaltzeit zu Spieldauer. Das Hundertfache dieses Wertes hat man „prozentuale Einschaltdauer" (% ED) genannt und als normale Werte der prozentualen Einschaltdauer 15, 25 und 40 vH festgelegt. Ist in Abb. 1 $\frac{t_m}{T} = 0{,}25$, so beträgt die prozentuale Einschaltdauer 25 vH, und die hierbei erzielbare Leistung ist die „Aussetzleistung bei 25 % ED (Einschaltdauer)". Es ist zu beachten, daß nach den REM als Höchstwert der Spieldauer $T = 10$ min festgesetzt ist, die Einschaltzeiten bei 15, 25 und 40 % ED also 1,5, 2,5 und 4 min nicht überschreiten dürfen. In der Regel werden die Einschaltzeiten t_m kleiner sein, und außerdem werden zumeist die Spiele unregelmäßig verlaufen.

Nach § 30 der REM soll die Nennleistung auf dem Leistungsschild bei der auf dem Leistungsschild angegebenen relativen Einschaltdauer beliebig lange abgegeben werden können, ohne daß die Erwärmung in den Wicklungen usw. die vorgeschriebenen Grenzwerte überschreitet. Bei unregelmäßiger Verteilung der Einschaltungen und Pausen ist als relative Einschaltdauer das Verhältnis der Summe aller Einschaltzeiten zur Summe der Spieldauern über einen Betriebsabschnitt von höchstens 8 h zu betrachten. Ist z. B. ein Kran innerhalb eines Tages 8 h in Betrieb (ΣT der Spieldauern = 8 h) und beträgt beim Hubmotor die Summe der Einschaltzeiten $\Sigma t = 2$ h, so ergibt sich die relative Einschaltdauer zu 25 vH (und nicht $100 \times \frac{2}{24} = 8{,}33$ vH). Dem Sinne der REM entspricht es, daß längere Betriebspausen (z. B. Mittagspausen) bei Ermittlung der relativen Einschaltdauer bis zur Dauer von insgesamt einer Stunde berücksichtigt werden dürfen.

Abb. 1
Erwärmungsverlauf in Elektromotoren bei aussetzendem Betrieb
t Zeit τ Erwärmung τ_m Grenzerwärmung
t_m Einschaltzeit T Spieldauer

Abb. 2
Gleichleistungs- und Wechselleistungsbetrieb eines Drehstrom-Asynchronmotors
N_g Gleichleistung in der Zeit t_g N_{w_1}, N_{w_2} Wechselleistungen in den Zeiten t_w T Gesamtzeit eines Spieles

Die VDE-Regeln bestimmen, daß man bei der Prüfung jedesmal mit der gleichen, auf dem Schild abgestempelten Leistung einzuschalten hat. Man kann die Prüfleistung auch als „Gleichleistung" bezeichnen. Dieser „Gleichleistungsbetrieb" ist in Abb. 2 durch die ausgezogenen Linien mit den Leistungen N_g und den Zeiten t_g dargestellt. Im Kranbetrieb wird nun die eine Weghälfte des Kranspieles mit Last, die andre Hälfte ohne Nutzlast zurückgelegt. Da sich der Motor beim Heben des leeren Hakens weniger stark erwärmt als beim Heben der vollen Last, so kann bei diesem „Wechselleistungsbetrieb" die zum Heben der vollen Last erforderliche Leistung während einer längeren relativen Einschaltdauer abgegeben werden als beim Gleichleistungsbetrieb. Abb. 2 zeigt durch die gestrichelten Linien den Wechselleistungsbetrieb mit den Leistungen N_{w1} und N_{w2} und den Einschaltzeiten t_w für einen Drehstrom-Asynchronmotor, für den die Geschwindigkeit beim Heben des leeren Hakens praktisch gleich dem Vollastwert ist. Um wieviel die relative Einschaltdauer des Wechselleistungsbetriebes gegenüber dem Gleichleistungsbetrieb bei gleicher Leistung gesteigert werden kann, hängt von dem Verhältnis der Motordrehmomente bei Totlast und bei voller Last ab. Je kleiner das Verhältnis von Totlast zu Vollast ist, desto größer wird $\frac{t_w}{t_g}$. Dies Verhältnis ist von der Art des Motors (seinem konstruktiven und elektrischen Aufbau) und der Größe der relativen Einschaltdauer abhängig.

Mit Rücksicht auf die Mannigfaltigkeit der Wechselleistungsbetriebe haben die REM die Abstempelung auf die Gleichleistung beschränkt und es der Planung überlassen, die Motoren bei Wechselleistungsbetrieb richtig auszunutzen. Dies gilt auch für die übrigen Einflüsse, auf die in § 30 folgendermaßen hingewiesen wird:

„Der aussetzende Betrieb ist meistens auch noch hinsichtlich der Belastung des Motors unregelmäßig. Bei Wahl der Motorgröße müssen die Einflüsse der wechselnden Drehmomente, der Massenbeschleunigung, der Steuerung und etwaiger Wärmebestrahlung berücksichtigt werden."

Beim Beschleunigen von Massen auf größere Geschwindigkeit tritt eine über die Beharrungsleistung wesentlich hinausgehende Anlaufleistung auf, die bei größerer Schalthäufigkeit durch Wahl eines reichlicher bemessenen Motors berücksichtigt werden muß. Auch die Art der Steuerung, z. B. das Abbremsen größerer lebendiger Kräfte durch eine Bremsschaltung des Motors, bedingt eine solche Wahl. Schließlich muß auch die Temperatur des Aufstellungsortes berücksichtigt werden, wenn der Motor, z. B. im Stahlwerk, durch Gießpfannen strahlender Hitze ausgesetzt ist.

Die Erwärmung des Motors ist nicht allein ausschlaggebend für die Wahl, es muß auch die Überlastbarkeit berücksichtigt werden. Die REM bestimmen in § 43 folgendes bezüglich der Überlastbarkeit: Wechselstrommotoren müssen bei Nennspannung und bei Nennfrequenz ein Kippmoment größer als das doppelte Nenndrehmoment aufweisen. Kippmoment ist das größte Drehmoment, das ein Motor im Lauf entwickeln kann. Bei den oben gekennzeichneten Maschinen sind die Reibungswiderstände der Triebwerke im Zustand der Ruhe größer als bei Bewegung. Deshalb muß der Motor für derartige Betriebe auch beim Anlauf ein Drehmoment entwickeln können, das mindestens doppelt so groß ist als das für die Bewegung der vollen Last mit der vollen Geschwindigkeit erforderliche Drehmoment, was besonders bei der Wahl von Motoren mit Kurzschlußläufer zu beachten ist. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß infolge der beim Anfahren auftretenden Überströme (insbesondere beim Anschluß von Kranmotoren an längere

Abb. 3
Hebezeuge; Motorplanung für kurzzeitigen Betrieb.

$\frac{t}{60}$ Dauer einer Motoreinschaltung in min
Z Zahl der Motoreinschaltungen in 1 h
L_{30} Zeitleistung des Motors in 30 min
L_{45} „ „ „ „ 45 „
L_{60} „ „ „ „ 60 „
L_{90} „ „ „ „ 90 „

Abb. 4
Hebezeuge; Motorplanung für aussetzenden Betrieb.

t Dauer einer Motoreinschaltung in s
T Spieldauer
$\frac{t}{T}$ relative Einschaltdauer (% ED)
Z Zahl der Motoreinschaltungen in 1 h
L_{15} Aussetzleistung des Motors bei 15 % ED $\left(\frac{t}{T} = 0{,}15\right)$
L_{25} „ „ „ „ 25 „ ED $\left(\frac{t}{T} = 0{,}25\right)$
L_{40} „ „ „ „ 40 „ ED $\left(\frac{t}{T} = 0{,}40\right)$

Schleifleitungen) öfters mit einem größeren Spannungsabfall zu rechnen ist und das Anlaufmoment quadratisch mit der Klemmenspannung sinkt. Aus diesem Grunde wurde in dem Normblatt DIN-VDE 2660 über Drehstrom-Kranmotoren bestimmt, daß das Kippmoment bei Schleifringmotoren mindestens das Zweieinhalbfache des Drehmoments der Nennleistung bei 25 % ED sein solle und bei der Aussetzleistung für 15 % ED noch mindestens das Zweifache sein müsse. Um diesen Wert unter allen Umständen zur Verfügung zu haben, sollten die Listenangaben für Kranmotoren das in den REM für das Kippmoment zugelassene Spiel von — 10 vH nicht ausnutzen.

Viele Jahre hindurch wurden die Kranmotoren nach der sogenannten „Zeitleistung" gewählt, die sie bei einer ununterbrochenen Einschaltung, während 30, 45, 60 oder 90 min abgaben, wobei der verschiedenen „Schwere des Betriebes" durch die Wahl einer kürzeren oder längeren Zeit Rechnung getragen wurde. Dieser Betrieb ist in § 29 der REM als „kurzzeitiger Betrieb (KB)" bezeichnet, für den die Abstempelung mit der während einer bestimmten Minutenzahl, z. B. 60 min, ausnutzbaren Leistung, der „Zeitleistung", geschieht. Während beim aussetzenden Betrieb kurze Einschaltungen und Pausen miteinander wechseln, muß beim kurzzeitigen Betrieb nach REM § 29 auf die ununterbrochene Einschaltung von z. B. 60 min eine vielstündige Abkühlpause folgen, bevor neu eingeschaltet werden darf. Ein derartiger Betrieb ist äußerst selten; als Beispiel sei die Schiffschleppe einer Hellinganlage genannt.

Bei den Antriebmotoren der Eisen-Wasserbauwerke, z. B. für Wehre, Schleusen usw., ist die prozentuale Einschaltdauer vielfach kleiner als 15 vH, das Spiel dauert länger als 10 min, d. h. der Motor wird weniger als sechsmal in der Stunde eingeschaltet. Dieser Betrieb deckt sich genau weder mit dem kurzzeitigen noch mit dem aussetzenden Betrieb der REM. Ist die Zahl (Z) der Motoreinschaltungen je Stunde < 1, so wählt man den Motor zweckmäßig für kurzzeitigen Betrieb nach Abb. 3, bei $Z > 1$ jedoch nach Abb. 4. In diesen Diagrammen sind auf der Abszisse die Motoreinschaltungen, in Abb. 3 innerhalb 10 h, in Abb. 4 innerhalb 1 h, auf der Ordinate die zulässige längste Dauer jeder Motoreinschaltung in min (t : 60) aufgetragen. Die Bilder zeigen, ob für eine gegebene Motoreinschaltung von bestimmter Dauer ein Motor für 30, 45, 60 oder 90 min oder für 15, 25 oder 40 % ED gewählt werden muß.

Zusammenfassend sei über die beiden Bewertungsarten gesagt: Der kurzzeitige Betrieb bewertet den Motor hauptsächlich nach seiner Wärmeaufnahmefähigkeit. Beim aussetzenden Betrieb dagegen bildet, wie beim Dauerbetrieb, die Fähigkeit des Motors, Wärme abzugeben, die Grundlage der Leistungsbewertung. So wirkt sich z. B. beim offenen Motor die bessere Wärmeabgabefähigkeit gegenüber dem geschlossenen nur beim aussetzenden, nicht aber beim kurzzeitigen Betrieb genügend aus. Der aussetzende Betrieb entspricht dem wirklichen Betrieb der Kran- und Aufzugmotoren und der meisten andern Nahfördermaschinen. Kurzzeitiger Betrieb liegt dagegen nur selten vor. Deshalb wurde auch die Normung der Kranmotoren (DIN - VDE 2660 und 2010) nicht auf der Zeitleistung, sondern auf der Aussetzleistung aufgebaut. [M 591]

Berlin Carl Schiebeler

Eisenbahnwesen

Die elektrische Kurzschlußbremse im Straßenbahnbetrieb

Die Wahl der zweckmäßigsten Bremsart gehört heute mit zu den umstrittensten Fragen des Straßenbahnbetriebes und verdient deswegen besondere Beachtung, weil durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und durch stetes Anwachsen des Fahrzeugverkehrs in den Großstadtstraßen die Anforderungen an die Betriebsicherheit der Bremseinrichtungen wesentlich gestiegen sind. Gleichzeitig spielt auch die Wirtschaftlichkeit der Bremse eine erhebliche Rolle; Herabsetzung der Betriebs- und Unterhaltungskosten werden erstrebt.

Um einen Beitrag zur Klärung dieser Frage zu liefern, haben daher vor einiger Zeit die Berliner Straßenbahn-Betriebsgesellschaft und die Barmer Berg- und Straßenbahn Vergleichversuche zwischen den in Wettbewerb stehenden Hauptbremsarten, der Luftdruckbremse und der elektrischen Kurzschlußbremse, ausgeführt, deren Ergebnisse jetzt vorliegen[1]). Wie die Zahlentafeln 1 bis 3 zeigen, lassen sich die zahlreichen Versuche in drei Hauptgruppen zusammen-

[1]) Glasers Annalen Bd. 51 (1927) S. 141.

Zahlentafel 1. Versuche mit elektrischer Kurzschlußbremsung (Gruppe 1)

Geschwindigkeit, bei der gebremst wurde Zustand der Schienen	Zug I Zweiachs. Triebwag. mit 2 Motoren Dy 492 je 34 kW, 2 zweiachs. Beiwag. neuer Bauart. Zuggew. einschl. 15 t Belastung: 40,4 t		Zug II Zweiachs. Triebwag. mit 2 Motoren USL 253 je 34 kW, 2 zweiachs. Beiwag. älter. Bauart. Zuggewicht einschl. 15 t Belastg. 33,5 t		Zug III Vierachs. Triebwag. mit 2 Motoren USL 323 je 45 kW, 2 zweiachs. Beiwag. älter. Bauart. Zuggewicht einschl. 15 t Belastg. 38,1 t		Zug IV Vierachs. Triebwag. mit 2 Motoren GE 67 je 22,4 kW, 2 zweiachs. Beiwag. älter. Bauart. Zuggew. einschl. 15 t Belastung 37,6 t	
	ohne Sand	mit Sand	ohne Sand	mit Sand	ohne Sand	mit Sand	ohne Sand	mit Sand
20 km/h feuchter Bremsweg . m	24,5	15,5	20,3	14,3	16,2	11,7	15,5	13,5
10 „ „ „ . „	10,9	5,5	6,8	5,5	5,8	4,2	5,4	4,9
10 „ trockener „ . „	6,0	4,8	7,2	5,2	10,0	5,5	12,0	6,0

fassen, von denen die erste nur zur betrieblichen Beurteilung der elektrischen Kurzschlußbremse dient. Sie soll zeigen, in welcher Weise die Kurzschlußbremse den behördlichen Anforderungen genügt, die für einen aus einem Trieb- und zwei Beiwagen bestehenden Wagenzug im Gefahrfalle bei 10 km/h Fahrgeschwindigkeit bei trockenen Schienen einen Höchstbremsweg von 8 m vorschreiben.

Es wurden, s. Zahlentafel 1, vier 3-Wagenzüge verschiedener Zusammensetzung aus verschiedenen Geschwindigkeiten bei verschiedenen Schienenzuständen mit und ohne Zugabe von Sand abgebremst. Als Beiwagenbremse diente in allen Fällen eine elektromagnetische Kernbremse (Solenoidbremse), Bauart MB 16. Die in Zahlentafel 1 wiedergegebenen Mittelwerte lassen erkennen, daß bei Abbremsung aus 10 km/h Fahrgeschwindigkeit und Sandzugabe in keinem Fall ein Bremsweg von 6 m überschritten und daher die zulässige Höchstgrenze noch lange nicht erreicht wurde. Die Sandzugabe wirkt sich jedesmal in ganz erheblicher Verkürzung des Bremsweges aus. Eine Überlegenheit der zweiachsigen Wagen über die vierachsigen, sowie eine Überlegenheit der stärkeren Motoren hinsichtlich der Bremswege läßt sich aus den Versuchsergebnissen nicht feststellen.

Die Versuche der Gruppe 2 wurden mit Hilfe des Meßwagens der Berliner Straßenbahn durchgeführt, der zu Vergleichzwecken sowohl mit elektrischer Kurzschlußbremse als auch mit Luftdruckbremse ausgerüstet ist. Das Leergewicht des vierachsigen Meßwagens beträgt 15,47 t; außerdem war er mit 5 t Ballast und 13 Personen belastet, so daß er damals insgesamt 22,5 t wog. Seine beiden Motoren (US 253 A) leisten je 35 kW. Das Ergebnis der bei schlüpfrigen Schienen ausgeführten Bremsversuche zeigt Zahlentafel 2, und zwar sind die Mittelwerte der Bremswege angegeben. Wir erkennen aus diesen Ziffern die Überlegenheit der elektrischen Kurzschlußbremse gegenüber der Luftdruckbremse. Eigenartigerweise zeigen die Versuchszahlen, daß bei 6 km/h Geschwindigkeit die Sandzugabe sogar den Bremsweg noch verlängerte, was daran lag, daß sich während der Dauer des Versuches der Zustand des Gleises verändert und daher den Reibungswert zwischen Rad und Schiene beeinflußt hatte. Die nachträglich auf einem andern Gleis angestellten Kontrollmessungen zeigten jedoch, daß auch bei geringer Fahrgeschwindigkeit die Sandung den Bremsvorgang beschleunigt; hierzu vergleiche man die Klammerwerte in Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2
Bremsversuche mit Meßwagen (Gruppe 2)

Bremsgeschwindigkeit	Bremswege in m			
	Luftdruckbremsung		Elektr. Kurzschlußbremsung	
	ohne Sand	mit Sand	ohne Sand	mit Sand
24 km/h . . .	52,6	39,2	26,2 (26,8)	22,4 (21,8)
16 „ . . .	19,2	17,6	11,1 (17,4)	10,8 (11,3)
6 „ . . .	3,6	3,8	1,6 (1,8)	1,9 (1,2)

Die Versuche der Gruppe 3, die in Barmen bei feuchten Schienen sowohl in ebenen wie in Gefällstrecken ausgeführt wurden, bestätigten die Überlegenheit der vereinigten Kurzschluß-, Kurzschlußschienen- und Frischstromschienen-Bremse gegenüber der reinen Kurzschlußbremse und der Einkammer-Luftdruckbremse (3 at). Die Messungen, Zahlentafel 3, wurden jedoch mit Wagen verschiedener Gewichte ausgeführt und sind daher nur bedingt vergleichsfähig.

Zahlentafel 3
Bremsversuche in Barmen (Gruppe 3)

Bremsart	Fahrstrecke	Wagengewicht in t	Bremswege in m aus 30 km/h	Bremswege in m aus 12 km/h
Reine Kurzschlußbremse	in der Ebene	14,9	12,0	7,0
	im Gefälle 1:18		16,0	10,0
Vereinigte elektr. Bremse	in der Ebene	14,9	9,0	4,0
	im Gefälle 1:18		11,0	6,0
Luftdruckbremse	in der Ebene	10,8	12,0	8,0
	im Gefälle 1:18		17,0	10,0

Da bei sämtlichen Versuchen in den Gruppen 1 bis 3 nicht Meßgeräte zur Verfügung standen, die die Bremszeiten und -wege mit völliger Genauigkeit ermitteln ließen, so sind die angegebenen Zahlen nicht unbedingt fehlerfrei und können daher auch nur vergleichsmäßig innerhalb einer gewissen Fehlergrenze als Anhalt für die Beurteilung der Bremsfrage dienen. [N 1040]

Niesky — Cramer

Werkstoffe

Die Wirkung atmosphärischer Einflüsse auf Faserstoffe

(Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem)

Vor einiger Zeit ist eine Mitteilung des Staatlichen Materialprüfungsamts, Berlin-Dahlem, über die Wirkung ultravioletter Strahlen auf die Festigkeitseigenschaften der Faserstoffe erschienen[1]). Weitere Versuche sind neuerdings darüber angestellt worden, wie sich die atmosphärischen Einflüsse an Geweben aus Wolle, Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute und Kunstseide auswirken. Den Anlaß zu diesen Untersuchungen gab die 1919 von Kertesz[2]) veröffentlichte Beobachtung des Wollschwundes an bewetterten Tuchen; von andrer Seite wurde die rein photochemische Reaktion bezweifelt. Daß der Wollschwund allein durch Lichtwirkung verursacht wird, hat sich inzwischen bei Versuchen an fünf Wollstoffen bestätigt, die auf Antrag von Kertesz zur Überprüfung seiner Beobachtungen im Amt vorgenommen worden sind; das vom Amt hierüber ausgefertigte Gutachten ist bereits an andrer Stelle[3]) veröffentlicht worden.

Die Bewetterungsversuche wurden in der Weise vorgenommen, daß die verschiedenen Gewebe der ungehinderten Einwirkung einer von Rauch und Nebeneinflüssen möglichst freien Atmosphäre ausgesetzt wurden. Die Proben waren zu diesem Zweck auf einem unter 45° geneigten, nach Süden gerichteten Rahmen auf dem Dache der Sternwarte, Neubabelsberg bei Potsdam, befestigt; mit einigen Proben wurden in gleicher Weise Parallelversuche auf dem Dache des Amtes, in einer durch Ruß und Heizgase der Lokomotiven einer in der Nähe gelegenen Bahn des öfteren verunreinigten Atmosphäre, vorgenommen. Im ganzen wurden etwa 50 Gewebeproben der Bewetterung, d. h. der vereinigten Einwirkung von Licht, Luft und Wetter, in der Zeit von Ende Februar 1925 bis Ende Februar 1926 unterworfen. Von Vierteljahr zu Vierteljahr wurden Proben für die Prü-

[1]) Heermann und Sommer, Leipz. Monatschr. f. Textilind. 1925, Heft 5 und 6.
[2]) Kertesz, Z. f. angew. Chem. Bd. 32 (1919) S. 168; „Textile Forschung" 1919 S. 63.
[3]) Kertesz, Chemiker-Ztg. Bd. 50 (1926) S. 661.

Abb. 5
Unbewetterter Stoff
(Die Rauhdecke ist sichtbar)

Abb. 6
9 Monate bewetterter Stoff
(Das Flaumhaar ist verschwunden, die Stoffoberfläche mit einer dünnen leimartigen Schicht überzogen)

Abb. 7
Derselbe bewetterte Stoff, nach Versuchsabschluß gewaschen
(Auf der dem Licht unmittelbar zugewandten Seite ist vollständiger Wollschwund eingetreten, die Rückseite ist unverändert)

fung entnommen. Die Zahl der zur Einwirkung gelangten Sonnenscheinstunden betrug nach den Aufzeichnungen des Preußischen Meteorologischen Institutes, Berlin:

	Sonnenscheinstunden
für Bewetterungsstufe I (3 Monate) . . .	568
„ „ II (6 „) . . .	1385
„ „ III (9 „) . . .	1650
„ „ IV (12 „) . . .	1735

Die Untersuchung der bewetterten Proben erstreckte sich im allgemeinen auf die eingetretenen Veränderungen im Aussehen, im Gewicht, in den chemischen Eigenschaften und in der Festigkeit; die Festigkeitsprüfung hat sich bei den vorliegenden Untersuchungen als brauchbarer Maßstab für die Größe der eingetretenen Schädigung erwiesen. Im einzelnen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

I. Wollstoffe. Als Versuchstoffe dienten einige chrom- und küpengefärbte feldgraue Uniformtuche sowie mehrere leichtere rohweiße Wollstoffe (sogenannter reinwollener Melton), die — verschiedenen, praktisch vorkommenden Behandlungen unterzogen — Aufschluß über den Einfluß des Chromierens, der Vorbehandlung mit Säuren und Alkalien sowie der Färbung und Farbtiefe geben sollten. Sämtliche Stoffe bestanden aus gesunder Wolle.

Bei allen Wollstoffen tritt nach längerem Wettereinfluß ein in seinen Anfängen nach etwa drei Monaten zuerst sichtbarer Wollschwund auf der dem Licht zugewandten Seite ein, die Gewebebindung tritt allmählich klar hervor, besonders nach einem leichten Waschen der bewetterten Proben, während die Rückseite fast unverändert bleibt, Abb. 5 bis 7. Gewichts- und Festigkeitsabnahme, das Auftreten wasserlöslicher Abbauteile der Wollsubstanz und die Entstehung von Schwefelsäure, die sich durch Oxydation des bei der Spaltung des Wollmoleküls freigewordenen Schwefels bildet, kennzeichnen die teilweise eingetretene Zerstörung der Haare. Diese Zerstörung wird annähernd verhältnisgleich der Zahl der Sonnenscheinstunden durch die kurzwelligen Strahlen des Sonnenlichtes hervorgerufen. Strahlen von mehr als 3500 Å.-E.[4]) wirken in weit geringerem Maße zerstörend. Die Gegenwart von Feuchtigkeit wirkt offenbar reaktionsbeschleunigend und bringt die durch Lichtwirkung entstandenen Spaltungsstoffe der Wollsubstanz teilweise in Lösung, wodurch sich der Gewichtverlust erklärt. Die längere Zeit bewetterten Wollstoffe sind daher auch mit einem dünnen, leimartigen, durch Waschen leicht entfernbaren Überzug versehen, der dem Stoff einen harten Griff und eine außerordentlich gesteigerte Netzfähigkeit verleiht.

Die Schädigung der Stoffe ist ferner durch verstärktes Anfärbevermögen der dem Licht zugewandten Seite mit gewissen Farbstoffen nachweisbar, Abb. 8 bis 11. Besonders deutlich erkennt man beim Mikroskopieren der so gefärbten Haare, daß nur die vom Licht unmittelbar getroffenen Stellen des Wollhaares geschädigt worden sind. Als besonders empfindlich zum Nachweis von Lichtschäden hat sich hierbei ammoniakalische Silbernitratlösung erwiesen, Abb. 12. n/10-Natronlauge bewirkt, wie schon v. Bergen[5]) gezeigt hat, eigenartige Quellung der durch Licht geschädigten Haarstellen; bei nicht zu sehr fortgeschrittener Bewetterung ist die geringe Tiefenwirkung der schädigenden Strahlen daran kenntlich, daß die Quellung nur an der dem Licht zugewandten Haarseite auftritt und infolgedessen im Haar ein Spannungsunterschied entsteht, der zum Ringeln des Haares führt. Die eigenartige Fluoreszenz gesunder Wolle im ultravioletten Licht der Analysen-Quarzlampe verschwindet nach dem Bewettern vollständig.

[4]) Eine Ångströmeinheit (Å.-E)·10^{-7} mm.

Abb. 8 Unbewetterter Stoff — **Abb. 9** 1/4 Jahr — **Abb. 10** 1/2 Jahr — **Abb. 11** 3/4 Jahr der Einwirkung von Licht und Wetter ausgesetzt

Abb. 8 bis **11**
Einfluß der Bewetterung auf das Anfärbevermögen von reinwollenem Melton

Sämtliche Proben sind mit einer Metylenblaulösung von 0,1 vH behandelt worden. Die vom Licht unmittelbar getroffene Seite der bewetterten Proben hat erheblich mehr Farbstoff aus der Farblösung aufgenommen als die nicht geschädigte Rückseite, siehe z. B. Abb. 11 unten.

Abb. 12
Bewetterte Wollhaare, mit ammoniak. Silbernitratlösung behandelt. (Nur die vom Licht unmittelbar getroffenen und geschädigten Haarstellen weisen Schwärzung auf.)

Die verschiedenen Versuchsreihen haben ergeben, daß der Grad der Zerstörung, der geringen Tiefenwirkung der kurzwelligen Strahlen entsprechend, von der Dicke und Porosität des Stoffes abhängig ist. Vorbehandlung der Wolle mit Schwefelsäure verzögert den Einfluß der Zerstörung, alkalische Vorbehandlung fördert sie. Fett gewährt einen geringen, Färbung je nach Art des Farbstoffes einen mehr oder weniger merklichen Lichtschutz, der der Farbtiefe annähernd verhältnisgleich ist. Kupfersulfatbehandlung und vor allem das Chromieren üben einen besonders wirksamen Schutz aus.

Die Kerteszschen Beobachtungen über den Wollschwund und über den günstigen Einfluß des Chromierens finden sich also wiederum bestätigt. Wenn auch eine verhältnismäßig lange Bewetterungsdauer erforderlich ist, um erhebliche, den Gebrauchswert stark herabsetzende Zerstörungen der Wollstoffe herbeizuführen, so muß doch berücksichtigt werden, daß die schon nach kurzer Belichtungszeit eintretende Sprödigkeit der Wollhaare eine der mittelbaren Ursachen für den Wollschwund ist und im praktischen Gebrauch den mechanischen Verschleiß von Kleidungsstücken in gewissem Grade begünstigen dürfte. Dies dürfte besonders für solche Wollstoffe zutreffen, die — wie z. B. Uniformtuche — dauernd im Freien getragen werden.

II. Seidenstoffe. Nach dreimonatiger Versuchsdauer war die Festigkeit nicht nur der rohseidenen, der entbasteten und der mineralisch beschwerten, sondern auch die der als weniger empfindlich geltenden vegetabilisch beschwerten Seidenproben auf den zehnten Teil der Ursprungsfestigkeit und darunter gesunken. Auch bei Seide tritt durch die Bewetterung ein merklicher Gewichtverlust ein; ebenso wie bei Wolle wird die durch die kurzwelligen Strahlen abgebaute Seidensubstanz durch Mitwirkung der Feuchtigkeit teilweise in Lösung gebracht. Der Abbau ist durch das Auftreten einer schwach sauren Reaktion, offenbar von der hierbei entstandenen Aminosäure herrührend, und an der kräftig eintretenden Biuretreaktion[6]) kenntlich. Bewetterte Seide wird ebenfalls an den dem Licht zugewandten Stellen von manchen Farbstoffen stärker, von andern schwächer angefärbt als unbelichtete Seide, auch reduziert sie kräftig Silberreagens.

III. Gewebe aus pflanzlichen Faserstoffen. Sämtliche untersuchten Gewebe erlitten mit fortschreitender Bewetterung erhebliche Festigkeits- und Gewichtverluste. Auch hier sind die kurzwelligen Lichtstrahlen die Grundursache der Zerstörung; bei den Bastfasern wirkt insbesondere die Feuchtigkeit mit. Die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion tritt bei Bastfasern an den dem Licht unmittelbar ausgesetzten Stellen nicht mehr deutlich auf; die bewetterten Baumwoll- und Flachsfasern zeigen mit Kupferoxydammoniak nicht mehr die diese Fasern sonst kennzeichnenden Quellungen. Außer der Zerstörung der Cuticula

[5]) v. Bergen, „Melliand Textilber." Bd. 6 (1925) Heft 10.

[6]) Im wässerigen Auszug des Stoffes mit Natronlauge und sehr wenig Kupfersulfat auftretende violette Färbung, gebräuchlicher Nachweis für die Gegenwart von Abbaustoffen der Eiweißkörper.

Zahlentafel 1
Wirkung atmosphärischer Einflüsse auf die Festigkeit von Faserstoffen

Versuchsort[1]	Versuchs-Nr.	Versuchsstoffe	Quadratmetergewicht bei 65 vH Luftfeuchtigkeit g/m²	Zugfestigkeit[2] in vH der ursprünglichen Festigkeit nach einer Bewetterung von 3 Mon. vH	6 Mon. vH	9 Mon. vH	12 Mon. vH	Anmerkung
		I. Wollstoffe						
a	1	Feldgraues Hosentuch, chromfarben	503	94,5	87	86	84	
a	2	„ „ , „	530	90,5	84	—	83,5	
a	3	„ „ , küpenfarben	525	92	82,5	82	76,5	
a	4	„ Rocktuch, „	507	86	74	71	69,5	
a	5	Reinwollener Melton, rohweiß	260	83	34,5	25	—	Einfluß des Fettgehalts und des Chromierens
a	6	„ „ , entfettet	—	—	—	22	—	
a	7	„ „ , mit rohem Wollfett (14 vH) getränkt	—	—	—	39	—	
a	8	„ „ , chromiert	—	99	72	60	—	
b	18	Reinwollener Melton, rohweiß	320	77,5	26,5	16	—	Einfluß der Vorbehandlung mit Säure und Alkali
b	19	„ „ , m. H_2SO_4 (4 vH) 2 h kochend behandelt[3])	—	87	33	22,5	—	
b	20	„ „ , mit Marseiller Seife (5 vH) und wasserfreier Soda (5 vH) 1 h bei 50° behandelt[3])	—	92,5	26	18	—	
b	21	„ „ , vorbehandelt wie Nr. 20, nachbehandelt wie Nr. 19	—	80	30	21,5	—	
b	22	„ „ , vorbehandelt wie Nr. 19, nachbehandelt wie Nr. 20	—	83,5	26,5	14,5	—	
b	23	„ „ , Indigoausfärbung (blaue Färbung in annähernd gleicher Farbtiefe)		85	46,5	41	—	Einfluß der Färbung
b	24	„ „ , Beizenfarbstoff auf Chromsud (blaue Färbung in annähernd gleicher Farbtiefe)		99	69	65,5	—	
b	25	„ „ , Säurefarbstoff (blaue Färbung in annähernd gleicher Farbtiefe)		87,5	44	35,5	—	
b	26a	„ „ , Salzfarbstoff (blaue Färbung in annähernd gleicher Farbtiefe)		78	32	—	—	
b	26b	„ „ , wie Nr. 26a, nachgekupfert (blaue Färbung in annähernd gleicher Farbtiefe)		—	54	—	—	
b	34	Reinwollener Melton, rohweiß	246,5	—	—	17	—	Einfluß der Farbtiefe
b	35	„ „ , mit Säurefarbstoff (0,25 vH) ausgefärbt	—	—	—	28	—	
b	36	„ „ , „ „ (0,5 „) „	—	—	—	34	—	
b	37	„ „ , „ „ (1,0 „) „	—	—	—	40	—	
b	38	„ „ , „ „ (2,0 „) „	—	—	—	50	—	
b	39	„ „ , „ „ (4,0 „) „	—	—	—	62,5	—	
b	48	Militärtuch, Indigoausfärbung, tiefdunkel	491	—	—	97,5	—	
b	49	„ „ , mittel	466	—	—	92,5	—	
b	50	„ „ , hell	438	—	—	78	—	
		II. Seidenstoffe						
a	14	Rohseidener Taffet, 23 vH Bastgehalt	52	6	vollkommen morsch	—	—	
a	15	Schappeseide, entbastet	78,5	10		—	—	
a	16	„ , 65 vH über pari[4]) mineralisch beschwert	187,5	11		—	—	
a	17	„ , vegetabilisch auf pari beschwert	97	12		—	—	
		III. Gewebe aus Pflanzenfasern						
a	9	Baumwollgewebe (Mako)	97,5	61,5	36	35	34,5	
b	27			57	33	31	30,5	
a	10	Rohleinen	147	71	29,5	24	21	
b	28			68,5	21	—	20	
a	11	Hanfgewebe (Segeltuch)	425	70	40	34,5	31,5	
b	29			60	38	—	28	
a	12	Juteleinen	316	35	—	—	—	
b	30			31	9,5	—	6,5	
a	13	Kunstseidenstoff	126	75	—	—	—	
b	31			69,5	22,5	—	—	

[1]) a = Neubabelsberg, b = Dahlem
[2]) Die Werte sind Mittel aus mindestens je 3 Versuchen. Freie Einspannlänge 100 mm; geprüft wurde bei 65 vH Luftfeuchtigkeit und 19° Zimmerwärme.
[3]) Die Behandlung erfolgte in einem Bade von 20facher Wassermenge, bezogen auf das Gewicht des behandelten Stoffes. Die vH-Angaben für Säure, Seife und Soda beziehen sich ebenfalls auf das Gewicht des Stoffes.
[4]) D. h. über Rohseidengewicht.

der Baumwollfasern und der Inkrusten der Bastfasern erleidet auch die Zellulose selbst eine Veränderung, die an der leichten Löslichkeit der veränderten Substanz in kochender Natronlauge, ähnlich der Oxyzellulose, kenntlich ist. Es handelt sich hierbei, wie kürzlich von Kauffmann[7]) für Baumwolle nachgewiesen, nicht um einen Oxydationsvorgang, sondern um die Bildung einer modifizierten Zellulose, die Kauffmann als Photozellulose bezeichnet. Im ultravioletten Licht der Analysen-Quarzlampe weisen die bewetterten Pflanzenfasergewebe eine dunkelviolette Färbung auf, wie sie sonst bei Schädigung durch Chemikalien usw. nicht beobachtet worden ist. Den Einflüssen der Witterung ist am stärksten Jute unterworfen, am günstigsten verhält sich Baumwolle.

Als Endergebnis der Untersuchungen, s. Zahlentafel 1, ist festzustellen, daß die beim Bewettern eintretende Zerstörung von Faserstoffen ein im wesentlichen sich an der Oberfläche der belichteten Seite abspielender Vorgang ist, der auf die Wirkung der kurzwelligen, hauptsächlich ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes zurückzuführen ist. Die Gegenwart von Feuchtigkeit wirkt hierbei in einem den Zerfall fördernden Sinne mit, besonders bei Wolle und den Bastfasern, wie ein Vergleich mit den früheren Ergebnissen der nur mit ultravioletten Strahlen einer Quecksilberdampflampe belichteten Faserstoffe ergibt. Die Beschaffenheit der Atmosphäre am Versuchsort spielt ebenfalls eine Rolle; in der wesentlich reineren Atmosphäre von Neubabelsberg haben sich die Proben etwas günstiger verhalten als in Dahlem.

Beurteilt man die Empfindlichkeit gegen Bewetterung nach der Zahl der Sonnenscheinstunden (nachfolgend in Klammern gesetzt), die erforderlich ist, um einen etwa die Hälfte der Ursprungsfestigkeit betragenden Festigkeitsverlust herbeizuführen, der das Gewebe zur Weiterverwendung praktisch unbrauchbar macht, so ergibt sich folgende Reihe: Am empfindlichsten sind Seide (unter 200) und Jute (400), in größerem Abstand folgen Kunstseide (900), Baumwolle (940), Flachs (990), Hanf (1100)

[7]) Kauffmann, „Melliand Textilber." 1926, Heft 7.

und rohe Wolle (1120); am günstigsten verhält sich chromierte Wolle (etwa 1900). Die ungleiche Dicke der Stoffe ist bei dieser Wertung jedoch unberücksichtigt geblieben.

Aufgabe weiterer Versuche, insbesondere bei Wollstoffen, wird es sein müssen, die Einflüsse der Stoffdicke, Porosität, Veredelung, Behandlung mit Lichtschutzmitteln usw. auf den zeitlichen Verlauf der Zerstörung durch atmosphärische Einflüsse näher zu untersuchen. Auch die Frage der besseren Tragfähigkeit der küpen- oder chromgefärbten Tuche bedarf, trotz der zunächst für die Chromierung sprechenden Versuchsergebnisse, zweckmäßig einer auf breiterer Grundlage aufgebauten Nachprüfung. Für Gewebe aus Pflanzenfasern sind solche Untersuchungen ebenfalls von Bedeutung mit Rücksicht auf die verbreitete Anwendung solcher Gewebe als Wagenplanen, Zelt- und Segelstoffe usw., die den Einflüssen der Witterung besonders ausgesetzt sind. Es wäre daher zu begrüßen, wenn die beteiligten Erzeuger- und Verbraucherkreise sich zu gemeinsamer Arbeit an diesen Fragen mit dem Amt zusammenfinden würden[8]). [M 510]

Berlin-Steglitz Dr.-Ing. H. Sommer

[8]) Vergl. die mit umfangreichen Zahlentafeln und zahlreichen Abbildungen versehene Arbeit i. d. Leipz. Monatschr. f. Textilind. 1927, Heft 1 bis 4.

Kleine Mitteilungen

Amerikanische Ruths-Speicheranlage

Die Canada Sugar Refining Co., Montreal, die bislang den Kochdampf für die Eindampf-Pfannen in zwei getrennten Kesselhäusern mit 5,6 at Überdruck erzeugte, während die Betriebkraft hauptsächlich einer elektrischen Fernleitung entnommen wurde, hat Anfang 1926 eine neuzeitliche Kesselanlage für 21 at Überdruck in Betrieb genommen, die in Verbindung mit Gegendruck-Dampfturbinen auch den gesamten Kraftbedarf decken kann. Die beiden Dampfkessel von je 711 m² Heizfläche sind für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet und bestehen je aus einem Verdampfteil, in der Hauptsache einem stehenden Röhrenbündel, das die von oben her entwickelte Kohlenstaubflamme umschließt, und einem Vorwärmteil, einem Steilrohrkessel mit oberer und unterer Trommel, dessen Rohre von den abziehenden Rauchgasen umspült werden. Die Gegendruckturbinen von je 1000 kW bei 3750 Uml./min sind von Gebr. Stork in Hengelo nach Brünner Bauart ausgeführt und geben den Dampf mit 5,6 at Überdruck ab. Sie sollen bei 21 at Anfangsdruck höchstens 21,7 kg/kWh verbrauchen. Der Ruths-Speicher, den die Canadian Vickers Co. geliefert hat, hat 283,2 m³ Inhalt und kann bei Entladung von 5,6 auf 1,05 at Überdruck rd. 16 300 kg Dampf abgeben. Er ist mit einer Düse versehen, die die Dampfentnahme auf 18 t/h beschränkt. („Power" 29. November 1927 S. 808/15*) [N 1118 a] H.

Versuche mit Kohlenstaubfeuerung an Schiffskesseln

Nachdem die bereits 1920 begonnenen Untersuchungen des Fuel Conservation Committee der amerikanischen Merchant Fleet Corp. ergeben hatten, daß die Kohlenstaubfeuerung auf Schiffen technisch möglich und auch wirtschaftlich ist[1]), wurde im Sommer 1927 auf dem amerikanischen Frachtdampfer „Mercer" eine Staubfeuerung eingebaut, die sich auf der kürzlich beendeten Probefahrt New York – Rotterdam gut bewährt hat[2]). Inzwischen sind auch von der Babcock & Wilcox Co. auf ihrem Kraftwerk in Bayonne eingehende Vergleichversuche mit Kohlenstaub-, Öl- und Rostfeuerung an Schiffskesseln durchgeführt worden, die gleichfalls sehr günstige Ergebnisse hatten. Bei Feuerraumbelastungen von rd. 250 000 bis 635 000 kcal/m³ erhielt man Kesselwirkungsgrade von 83,6 vH (bei geringster Last) bis 79 vH (bei Höchstlast), während die entsprechenden Wirkungsgrade bei Ölfeuerung 85 bis 83 vH, bei Rostfeuerung 74,5 bis 74 vH betrugen. Bei Berücksichtigung des zusätzlichen Kraftverbrauches für die Mahlanlage verringern sich zwar die Wirkungsgrade der Kohlenstaubfeuerung um rd. 7,5 vH; trotzdem sind bis zu hohen Belastungen Staubfeuerung und Rostfeuerung thermisch etwa gleichwertig. Schwierigkeiten traten nur bei der Verbrennung von Kohlenstaubsorten mit niedrigem Aschenschmelzpunkt (rd. 1100 °) auf. („Engineering" 23. Dezember 1927 S. 820) [N 1118 b] Pt.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1132.
[2]) Vergl. „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 788, 791; Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 30.

Messung des Geräusches von Kraftwagen-Getriebegehäusen.

Die Highfield Electrical Co., Coventry, hat für den Gebrauch in Prüfräumen sowie in der Werkstatt Prüfstände entworfen, auf denen man Vergleichmaße des Zahnrädergeräusches in Kraftwagen-Getriebegehäusen gewinnen kann. Das Prüfverfahren beruht auf der Verwendung einer Nadel, die beim Lauf der Zahnräder durch die Schwingungen der Wand des Getriebegehäuses in Schwingungen versetzt wird; dadurch wird ein elektrischer Strom erzeugt, dessen Stärke mit der Amplitude der Schwingungen zunimmt. Dieser Strom wird nach Verstärkung mittels einer Röhre gemessen. Bei den bisherigen Versuchen hat sich ergeben, daß das menschliche Ohr Änderungen in der Stärke des Geräusches bei weitem nicht so empfindlich anzeigt, wie Änderungen in der Höhe des Tones. Die Richtigkeit der aus den Messungen gezogenen Schlüsse hat man durch Aufnahme des Geräusches mittels des Grammophons und Nachmessen des beim Spielen der Platten erzeugten Geräusches nachgeprüft. („The Engineer" 16. Dezember 1927 S. 690/91*) [N 1118 c] H.

Ungeklärter Unfall an einem Hadernkocher

Am 11. Dezember 1927 abends ist in der Feinpapierfabrik in Neu-Kaliß in Mecklenburg ein Hadernkessel aus seiner Lagerung herausgestürzt. Der Bedienungsmann, der dabei stand, wurde getötet. Die Ursache ist völlig ungeklärt. Eine Explosion hat nicht stattgefunden. Der Kessel war wenige Minuten vor dem Unfall unter Dampf gesetzt worden. Jetzt liegt er unversehrt am Boden. Lagerböcke und Grundpfeiler waren vor dem Unfall in bestem Zustande. Dies wird durch den Befund nach dem Unfall bestätigt. Teile der Grundmauer sind jetzt noch fest mit dem Bock verbunden.

Es handelt sich um einen drehbaren Kugelkocher von etwa 8000 l Inhalt mit unmittelbarer Dampfzuführung und Schneckenradantrieb. Das Schneckenrad weist mehrere frische Brüche auf, die keinerlei Werkstoffehler erkennen lassen. Der Kugelkocher ist in der Drehrichtung 2 m nach vorwärts gestürzt und hat die Lagerung und den Bock am Kammrad mit heruntergerissen. [N 1118 d] Goe.

2 D 2 Schnellzuglokomotiven in Amerika

Die 2 D 2-Schnellzuglokomotive scheint in Amerika schnelle Verbreitung zu finden. Nach der Northern Pacific[1]) beschafften die Atchison Topeka Santa Fé[2]), die Canadian National-[3]), die Grand Trunk Western-[4]) und nunmehr auch die Delaware-Bahn[5]) solche Lokomotiven. Diese Bahn bezeichnet sie als „Pocono"-Bauart.

Die Hauptabmessungen der fünf Lokomotiven zeigt Zahlentafel 1.

Bemerkenswert ist der große Kolbenhub von 762 mm und der in Amerika immer häufiger werdende Kesselüberdruck von 17,6 at. [N 1118 e] M.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 609. [2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 70.
[3]) „Railway Age" Bd. 82 (1927) S. 1729.
[4]) „The Locomotive" Bd. 33 (1927) Heft 423 S. 383.
[5]) „Railway Engineering" 1927 S. 1121.

Zahlentafel 1
Hauptwerte der amerikanischen 2 D 2-Lokomotiven

	Northern Pacific	Atchison Topeka	Canadian National	Grand Trunk Western	Delaware
Triebwerk . . . . mm	711/762/1854	762/762/1854	648/762/1854	667/762/1854	686/762/1956
Dampfüberdruck . . . . at	14,8	14,8	17,6	17,6	17,6
Reibungsgewicht . . . . t	118	122	105	106	122
Dienstgewicht . . . . . „	195	191	176	189	191
Zugkraft*) . . . . kg	20 000	22 900	19 750	21 000	21 000
Stückzahl	12	—	40	12	—

*) mit 0,65 gerechnet, ohne Zusatzmaschine.

Amerikanische Seitenkipper

Die Western Wheeled Scraper Co., Aurora, Ill., hat einen Zweiseitenkipper gebaut, der besonders für Tagebau-Bergbetriebe oder dergl. geeignet ist. Die Wagen können um 50° nach jeder Seite gekippt werden. Die Türen, die gleichzeitig die Seitenwände des Wagenkastens bilden, klappen bei Kippstellung nach unten. Sie sind so ausgebildet, daß das Schüttgut nicht zu dicht an den Gleisen herunterfällt. Die Türkante ist bei Kippstellung 1,42 m von der Schiene entfernt.

Das Kippen wird mit Hilfe von einfachwirkenden Druckluftzylindern, von denen sich auf jeder Wagenseite zwei befinden, ausgeführt. Bis zu einer Neigung von 34° wird unter vollem Druck bewegt, dann werden Gelenke zwischengeschaltet, die die volle Kippung bis zu 50° durchführen. Die Wagen können einzeln oder auch in Gruppen gekippt werden. Die Entladezeit beträgt 4 bis 5 s. Ein Teil dieser Wagen mit 19 m³ und solche mit 23 m³ Fassungsvermögen sind in der Oxwell-Grube und der Alaska-Bahn in Betrieb. („Railway Age“ 10. Dezember 1927 S. 1161*) [N 1118 f] Krs.

Kragträgerbrücke von 442 m Länge in Siam

Über den Menam-Fluß in Bangkok ist vor einiger Zeit eine dem Eisenbahn- und Straßenverkehr gleichzeitig dienende Brücke in Eisenkonstruktion dem Verkehr übergeben worden. Diese Brücke hat eine Mittelöffnung von 120 m sowie zwei Seitenöffnungen von je 84 m Länge. Beide Seitenöffnungen kragen nach der Mitte um je 41,5 m über, und an diese Kragträger ist ein Mittelglied von 37 m Länge eingehängt, während sich an die beiden äußeren Kragträger nach beiden Ufern hin je eine Parallelträgerkonstruktion von 36,3 m Länge anschließt. Das Brückenfachwerk ist an den Pfeilern 20,25 m hoch, das Mittelglied von 37 m Länge weist eine geringste Höhe von 7,30 m auf, ebenso hoch sind die beiden Uferteile der Brücke.

Die Fahrbahn nimmt ein Eisenbahngleis und daneben eine 5 m breite Fahrstraße auf, sowie nach beiden Seiten auskragend je einen 2 m breiten Fußweg. Zur Gründung der vier Strom- und der beiden Landpfeiler aus Eisenbeton benutzte man Senkkasten. („Le Génie civil“ 24. Dezember 1927 S. 633*) [N 1118 g] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Der Kranbau. Ergänzungsband zur 2. Aufl. Bearbeitet von R. Dub. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. S. 513 bis 765 m. Abb. 623 bis 762. Preis 16 ℳ.

In den vier Jahren seit dem Erscheinen der 2. Auflage des Buches „Der Kranbau“ von R. Dub hat sich in der Fördertechnik so viel geändert, daß es notwendig war, dem Besitzer des Buches die Neuerungen in irgendeiner Form bekanntzumachen. Eine neue Auflage kam wegen der damit verbundenen hohen Kosten nicht in Frage, deshalb hat man einen Ergänzungsband geschaffen, der verhältnismäßig billig ist, dabei aber sämtliche Neuerungen und Änderungen enthält. Ein Nachteil besteht allerdings darin, daß der Benutzer des alten Buches bei seiner Arbeit stets den Ergänzungsband nach Änderungen durchsuchen muß.

Aus dem Inhalt des Ergänzungsbandes seien an dieser Stelle nur folgende Abschnitte kurz erwähnt:

Der Abschnitt über den elektrischen Antrieb für Krane ist auf Grund der neueren Untersuchungen und Forschungen von Schiebeler wesentlich erweitert und gründlich durchgearbeitet worden. In der Zeit zwischen dem Erscheinen der 2. Auflage und des Ergänzungsbandes sind eine Reihe neuerer Normen für Kranzubehörteile der Öffentlichkeit übergeben worden, die in diesem Bande aufgenommen worden sind: Drehstrom-Kranmotoren, Ketten, Lasthaken, Drahtseile, Seilrollen, Lager, Laufräder und Lichtweiten für Laufkrane. Ferner hat der Verfasser auch die Arbeiten des Ausschusses für Förderwesen beim AWF berücksichtigt und die beiden AWF-Blätter für die Befestigungsarten der Fördergüter aufgenommen. Wesentlich erweitert sind die Abschnitte über Getriebeberechnungen, Bremsen und statische Berechnungen. Schließlich sind die in neuerer Zeit entstandenen Krananlagen in Wort und Zeichnung dargestellt.
[E 1016] Is.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute. **Anhaltzahlen für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken.** Herausgeg. von der Wärmestelle Düsseldorf. Düsseldorf 1925, Verlag Stahleisen. 92 S. Preis 10 ℳ.

Es wird zweifellos von den weitesten Kreisen der Technik begrüßt werden, daß die Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute dies bereits seit zwei Jahren in zweiter Auflage vorliegende wertvolle Werk nunmehr auch für den Buchhandel freigegeben hat. Es läßt sich im Rahmen einer kurzen Besprechung auch nicht annähernd andeuten, welch eine Fülle von außerordentlich wichtigen Erfahrungen hier, folgerichtig und zweckmäßig geordnet, zusammengetragen ist. Der Eisenhüttenbetrieb ist heute so vielseitig, daß jeder Ingenieur viel Wissenswertes auch für sein Sondergebiet in dem Buche finden wird.

Das Buch hat elf Hauptabschnitte: Ausnutzung der Kohle und Kokereibetrieb, Hochofen, Stahlwerk, Öfen und Gaserzeuger, Metallurgische Öfen, Walzwerk, Kraftmaschinen (einschließlich Kessel, Kondensatoren und Abwärmeverwertung), Heizwertbestimmung, Raumheizung und Vergleich englischer und amerikanischer Maße mit deutschen. Für alle diese Sondergebiete werden alle bisher in Theorie und Praxis festgestellten Zahlenwerte, soweit sie für allgemeine Betrachtungen einen Anhalt geben können, zusammengestellt. Dem aufmerksamen Leser sagen diese zahlreichen Zahlentafeln, diese in knappster Form wiedergegebenen Erfahrungen jahrelanger gründlicher Untersuchungen mehr als manches umfangreiche Lehrbuch. Es ist zu wünschen, daß das wertvolle Werk weiteste Verbreitung findet. [E 1012] Pt.

Wärmetechnische Beratungsstelle der deutschen Glasindustrie Frankfurt a. M.: **Glasschmelz-Wannenöfen.** Frankfurt a. M. 1927, Selbstverlag der W. B. G. 75 S. m. 79 Abb. u. 8 Taf. Preis 3 ℳ.

Die kurz und sachlich gehaltene Schrift gibt einen Überblick über die verschiedenen Wannenkonstruktionen und über Wannenbetrieb unter Beschreibung und kritischer Betrachtung der verschiedenen älteren und neuesten Ofenbauarten. Zu begrüßen ist das Aufräumen mit der alten, in Deutschland jetzt noch weitverbreiteten Ansicht, daß man in Wannenöfen kein so gutes Glas herstellen könne wie in Hafenöfen, (in welcher Beziehung die Amerikaner uns weit voraus sind, die bei der Herstellung von Weißglas schon viel mehr auf Wannen übergegangen sind). Bei der Besprechung der verschiedensten Wannenbauarten werden genaue zahlenmäßige Angaben über Abmessungen der Wannen, Kammern, Brenner und Kanäle gemacht, unter besonderer Berücksichtigung des Wärmeverbrauches und der Temperaturverteilung, der Schmelzleistung und der Abhängigkeit des Schmelzwärmeverbrauches für 1 kg Glas von der Ofengröße. Besondere Aufmerksamkeit wird der Brennerkonstruktion und der Flammenführung gewidmet; den Regenerativöfen wird vor den in Deutschland weniger verbreiteten Rekuperativöfen der Vorzug gegeben, insbesondere vom wärmetechnischen Standpunkt aus. Neben Angaben über das Einlegen wird die für die Lebensdauer der Wanne so wichtige Frage der Kühlung der Wannen, hauptsächlich der Bodenkühlung, ausführlich besprochen.
[E 909] Dr. Späte

James Watt and the Steam Engine. The Memorial Volume Prepared for the Committee of the Watt Centenary Commemoration at Birmingham 1919. Von H. W. Dickinson und Rhys Jenkins. Oxford 1927, The Clarendon Press. 405 S. m. 39 Abb., 104 Taf. u. 2 Karten (s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1794). Preis bei unmittelbarer Bestellung beim Verlag in Oxford 3 £ 3 sh.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Franz Seufert. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 137 S. m. 106 Abb. Preis 4 ℳ.

Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Von A. Nádai. Berlin 1927, Julius Springer. 171 S. m. 298 Abb. Preis 16,50 ℳ.

Über die Festigkeit der gewölbten Böden und der Zylinderschale. Im Auftrage des Schweizerischen Vereins von Dampfkessel-Besitzern herausgeg. von E. Höhn. Berlin 1927, Julius Springer. 221 S. m. 97 Abb. Preis 10 ℳ.

Dauerversuche über die Alterung von Dampfturbinenölen im Betrieb. Herausgeg. von der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. Berlin-Düsseldorf im September 1927. 50 S. m. Tab. Preis 8 ℳ.

Die Gewinnung von Erdöl. Von Gottfried Schneiders. Berlin 1927, Julius Springer. 363 S. m. 295 Abb. Preis 32 ℳ.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Die Unterbettung und Lagerung des Querschwellengleises.** Von Arthur Schmitz. Wittenberg 1927, A. Ziemsen. 163 S. m. 159 Abb. Preis 5,20 ℳ.

Die Deutsche Eisenbahn-Signalordnung in Wort und Bild. Herausgeg. von Fritz Schneider und Karl Gotter. 1. T.: Anwendung der Signale 6 u. 5 auf freier Strecke. 32 S. m. 16 Abb. Preis 1 ℳ. 2. T.: Die Signale am Zuge und auf der Strecke. 56 S. m. 32 Abb. Preis 1,75 ℳ. Berlin 1927, Verlag d. Verkehrswissenschaftl. Lehrmittelgesellschaft bei der Dtsch. Reichsbahn.

Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, 1. H.: **Kathodenoszillograph.** Von D. Gabor. Berlin 1927, Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. 77 S. m. Abb. Preis 12 ℳ.
Oszillographieren von Wanderwellen mit dem Kathodenoszillographen. — Fortschritte im Oszillographieren von Wanderwellen. — Untersuchungen an Überspannungsschutzapparaten mit dem Kathodenoszillographen. — Literaturzusammenstellung.

Taschenbuch der gesamten Schweißtechnik. Von [...] Kirchner. Leipzig 1927, Oskar Leiner. 324 S. [...] 223 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Der neuzeitliche Straßenbau. Herausgeg. von Dr. He[...]rich. 5. T.: Teerstraßen. 53 S. m. 9 Abb. Preis 4,4[...] 7. T.: Verwaltung und Wirtschaft. 106 S. m. 13 A[...] Preis 6,90 ℳ. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp.

Handbuch der Radiologie. Herausgeg. von Erich Ma[...] 4. Bd., 3. T.: **Glühelektroden und Flammenleitung.** 2. A[...] Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 724 S. [...] 190 Abb. Preis 50 ℳ.

Monographien der Funk-Industrie, 2. Bd.: **Lichtnetzempfä[...]ger** (Netzanschlußempfänger). Von Eugen Nesp[...] Berlin 1927, Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 148 [...] m. 84 Abb. Preis 4,80 ℳ.

Heimstätten. Originalentwürfe von Ein- und Mehrfamilie[...]häusern und Gruppenbauten für Stadt, Siedlung und La[...] Herausgeg. von Walter Evers. Leipzig 1926, Ber[...] Friedr. Voigt. 32 Taf. Preis 6 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Kreiselpumpen mit hohen Wirkungsgraden

Zu dem Bericht in Z. Nr. 40 S. 1410 über amerikanische Kreiselpumpen mit Wirkungsgraden von 88,5 und 86 vH bei 2,2 m³/s und 3 m³/s Förderleistung auf eine mittlere Förderhöhe von 53 m bei 515 Uml./min und zweiseitigem Eintritt, sei auf deutsche Pumpenausführungen hingewiesen, die den amerikanischen in ihrem Wirkungsgrad nicht nachstehen, ja sogar wegen der hohen Schnelläufigkeit bei sehr flachem Verlauf der Wirkungsgradkurve ungleich höher gewertet werden müssen.

Als Leiter und Chefkonstrukteur des Wasserturbinen- und Kreiselpumpenbaues der Firma Pirwitz & Co., Riga-Moskau, habe ich 1914 bei den durch mehrstufige Wasserturbinen angetriebenen bis zu 8 m selbst ansaugenden Lenzpumpen[1]) bei rd. 530 m³/h Förderleistung auf 10 m manometrische Höhe einen Gesamtwirkungsgrad von 65 vH erreicht, Abb. 1. Die Turbine verbrauchte etwa 60 m³/h bei 150 m Druckhöhe. Der Wirkungsgrad der Turbine, der nicht gesondert gemessen wurde, wird wegen der engen Lauf- und Leitradkanäle und der für Radialräder äußerst geringen Schnelläufigkeit von n_s[2]) = 21 mit 76 vH nicht zu niedrig geschätzt sein, so daß auf die Kreiselpumpe mit n_s = rd. 325 ein Wirkungsgrad von 86 vH entfallen dürfte. Bei einer Vergrößerung der Pumpe auf rd. 8000 m³/h Leistung der amerikanischen Pumpen würden mit Sicherheit 88,5 vH erreicht werden.

Bei neuen einseitig saugenden Axialschraubenpumpen mit liegender Welle von rd. 700 l/s Leistung bei rd. 4 m manometrischer Höhe erzielte ich einen höchsten Wirkungsgrad von 88 vH, und zwar bei völlig gleichbleibendem Kraftbedarf und $n = 352$ Uml./min. Bemerkenswert ist ferner, daß mit Wirkungsgraden über 75 vH Wassermengen von 420 bis 890 l/s bei $n_s = 270$ bis 610 gefördert werden können.

Abb. 1. Selbstsaugende Kreiselpumpe mit Wasserturbinenantrieb, Mod. 500 + 62, einseitig saugend.

Eine Schraubenpumpe mit stehender Welle ergab bei 425 l/s Leistung, 6,6 m manometrischer Förderhöhe und 485 Uml./min einen Wirkungsgrad von 86 vH. Die Wassermenge kann bei einem Wirkungsgrad von 75 vH zwischen 250 und 600 l/s schwanken, wobei n_s bis zu 460 steigt.

Bei allen Versuchen wurde die Fördermenge mittels Überfalls nach Prof. Freese, die manometrische Förderhöhe mittels Quecksilber- oder Wassersäule bestimmt, während der Kraftbedarf bei den zuletzt genannten Pumpen durch Torsionsdynamometer ermittelt wurde. [D 948]

Berlin A. Engelhardt

[1]) DRP Nr. 347 796 u. 380 867 und Auslandpatente.

[2]) n_s (Turbine) $= \frac{n\sqrt{N}}{H\sqrt[4]{H}}$, n_s (Pumpe) $= 3{,}65\,\frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$.

CHRONIK 1927

Die bisher am Jahresanfang in verschiedenen aufeinander folgenden Heften dieser Zeitschrift veröffentlichte Übersicht über die technische Entwicklung des vergangenen Jahres wird in Heft 23, das zur 67. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Essen am 9. Juni 1928 herauskommen wird, erscheinen.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 14. JANUAR 1928 Nr. 2

Maschinentechnik und Wärmewirtschaft in Zuckerfabriken

Von Dipl.-Ing. Karl Schiebl, Zivilingenieur, Magdeburg

Der Vorgang bei der Rübenverarbeitung und der heutige Stand des Gewinnungsverfahrens — Die Vorwärmer, Verdampf- und Verkochapparate; übliche Schaltungen — Gemessener Dampfverbrauch dieser Anlagen — Eine neue Schleuder; die Trocknung Rübenumschlag und Bekohlung — Das Kesselhaus; die Energiewirtschaft — Gemessener Dampfverbrauch verschiedener Fabriken, die Verwendungsmöglichkeit des Ruths-Speichers, Speicheranlagen im In- und Auslande.

Die Zuckerfabriken arbeiten als reine Gegendruckbetriebe schon seit vielen Jahrzehnten. Sie benutzten den Maschinendampf und niedrig gespannten Brüdendampf aus mehrstufigen Verdampfanlagen restlos zum Kochen und Anwärmen schon zu einer Zeit, als man in andern Betrieben an eine so weitgehende Ausnutzung der Dampfwärme noch gar nicht dachte. Viele andre Betriebe arbeiten heute noch lange nicht so wirtschaftlich und nützen die Vorteile des Gegendruckbetriebes immer noch nicht soweit aus wie die Zuckerfabriken, weil alte Vorurteile einer solchen Betriebsweise entgegenstehen.

Die Zuckerfabriken arbeiten als industrielle Betriebe erst seit kaum 100 Jahren. Obwohl die erste Versuchsfabrik, die nur 70 Ztr. Rüben täglich verarbeiten konnte und die die Betriebskraft einem Göpel mit zwei Ochsen entnahm, schon im Jahre 1802 in Betrieb genommen wurde, dauerte es doch noch etwa drei Jahrzehnte, bis sich die Betriebe zu Fabriken entwickeln konnten. Auch diese Fabriken waren nach unseren Begriffen kleine Betriebe, aber sie verbesserten ständig die Arbeitsweise und die Arbeitsmaschinen. Heute haben wir in Deutschland eine ganze Reihe Zuckerfabriken, die ungefähr 1500 bis 2000 t Rüben täglich verarbeiten. Einzelne Betriebe kommen noch höher. Allerdings bestehen daneben noch Fabriken mit nur 225 t Verarbeitung.

Die Zuckerfabriken erzeugen entweder nur Rohzucker, der in Raffinerien auf Verbrauchzucker umgearbeitet wird, oder sie erzeugen sogleich Weißzucker (Kristallzucker). Man spricht dann von Roh- und Weißzuckerfabriken. Für die allgemeine Einrichtung ist es ohne Belang, was erzeugt wird. Ein Unterschied besteht nur in der Endbehandlung des zu Dicksaft umgewandelten Rohsaftes. Hier soll nur die Rede von diesen Fabriken sein und nicht auch von den Raffinerien. Diese nämlich sind nicht auf ein Schema zu bringen, ihre Einrichtungen sind ganz verschieden nach den Produkten, welche erzeugt werden. Wärmetechnisch und maschinentechnisch müssen auch die Raffinerien sehr vollkommen sein, wenn sie bei der so ungünstigen Wirtschaftslage bestehen sollen, und man findet daher auch bei den Raffinerien hervorragende Einrichtungen.

Der Vorgang bei der Rübenverarbeitung

Bis heute werden die Rüben nur im frischen Zustand verarbeitet. Da sie durch längeres Lagern an Zuckergehalt verlieren und die Zeit der Verarbeitung in die Wintermonate fällt, muß man danach trachten, die Kampagne möglichst schnell zu beenden. Man eröffnet den Betrieb zugleich mit dem Beginn der Ernte und dehnt ihn ungern über die Mitte Dezember aus, da die Zuckerausbeute ständig abnimmt, und zudem die gefrorenen Rüben schlecht zu verarbeiten sind. Die Ausbeute an Zucker beträgt etwa 16 vH vom Rübengewicht im Mittel. Es besteht zwar schon ein Patent, das Verfahren De Vecchis, wonach die frische Rübe zerkleinert und getrocknet wird, um die weitere Verarbeitung dann beliebig über das ganze Jahr ausdehnen zu können[1]). Ob dieses Verfahren lohnender ist als die bisherige Arbeitsweise, müssen erst die Erfahrungen lehren. Wenn man bedenkt,

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1100 und S. 1332.

Abb. 1
Schema des Arbeitsganges und der Dampfführung in einer Rohzuckerfabrik
——— feste und flüssige Stoffe - - - Dampf

a Rübenwäsche
b Selbstschreib. Rübenwaage
c Schnitzelmaschine
d Auslaugung (Diffusion)
e Saftwärmer
f Meßgefäß
g Rohsaftpumpe
h Rohsaftwärmer
i Scheidung
k erste Saturation
l 1. Schlammsaftpumpe
m 1. Schlammsaftwärmer
n 1. Filterpressen
o 2. Saturation
p 2. Schlammsaftpumpe
q 2. Filterpressen
r Nachfilterung
s Dünnsaftpumpe
t „ -wärmer
u Aufkocher
v Nachfilterung
w Dünnsaftpumpe
x „ -wärmer (in zwei Stufen)
y Dreikörper-Überdruckverdampfer
z Dicksaftpumpe
a_1 Einziehkasten
b_1 Unterdruckbehälter für erstes Produkt
c_1 Maischen
d_1 Rohzuckerschleudern
e_1 Pumpe für Abläufe
f_1 Einziehkasten
g_1 Unterdruckbehälter für Nachproduktzucker
h_1 Maischen
i_1 Nachproduktschleudern
k_1 Schnitzelpressen
l_1 Schnitzeltrocknung

daß die Zuckerfabriken eine Betriebzeit von im allgemeinen nur etwa 10 Wochen haben, die Betriebseinrichtung daher nur diese kurze Zeit ausgenutzt werden kann, so könnte man ohne weiteres schließen, daß es doch einen Vorteil bedeuten müßte, wenn die Betriebe fast das ganze Jahr hindurch ausgenützt würden und daher entsprechend kleiner sein könnten, wenn auch die Trocknungskosten für die Rüben und eine Verminderung der Zuckerausbeute dazu kommen.

Die Gewinnung des Zuckers aus der Zuckerrübe vollzieht sich derart, Abb. 1, daß der Zucker nebst den löslichen Salzen usw. mit Wasser aus den in Schnitzel zerteilten Rüben ausgelaugt wird. Diese Rohsaft genannte Lösung wird chemisch und mechanisch gereinigt, eingedickt und schließlich in der Verkochung unter Luftleere so behandelt, daß sich der Zucker in Kristallform ausscheidet. Die Kristalle sind vom Sirup, der die Nichtzuckerstoffe, aber auch noch nicht auskristallisierten Zucker enthält, eingehüllt. Die Trennung geht in Schleudern vor sich. Der so gewonnene Rohzucker ist gelb gefärbt. Die abfallenden Sirupe werden für sich nochmals eingedickt und geben den „Nachprodukt-Zucker", ein Teil wird aber wieder der Verarbeitung auf Rohzucker zugeführt.

Soll der Kristallzucker sogleich als Weißzucker gewonnen werden, so ändert sich die Arbeitsweise nur bei der Rücknahme der Sirupe und bei der Verkochung. Bei der Schleuderarbeit werden die Kristalle von dem anhaftenden Sirup durch Dämpfen befreit und dann getrocknet[2]).

Der Wärmeaufwand für das Verdampfen und Zwischenanwärmen der Säfte sowie für das Verkochen ist groß. Sind doch im allgemeinen 110 vH oder mehr Wasser zu verdampfen und die Säfte von zusammen rd. 600 vH vom Rübengewicht um 10 bis 50° anzuwärmen. Die angewendeten Temperaturen sind aber niedrig und halten sich unter 100°, nur in der ersten Stufe der Verdampfung geht man bis etwa 125°. Es ist also möglich, niedrig gespannten Heizdampf zu verwenden, und man macht hiervon ausgiebigen Gebrauch. Eine neuzeitlich eingerichtete Rohzuckerfabrik braucht für gewöhnlich Frischdampf nur für die Maschinen und je nach der Abdampfmenge in mehr oder weniger großen Mengen als Zusatzheizdampf.

Die heute übliche Arbeitsweise ist schon seit mehreren Jahrzehnten dieselbe geblieben. Wohl haben die einzelnen Apparate eine wesentliche Verbesserung erfahren, mit der steigenden Verarbeitung mußten die Einheiten vergrößert werden, und vielfach trat die ununterbrochene Arbeit an Stelle der unterbrochenen, wie z. B. bei der Saftreinigung (Saturation). Die Auslaugung arbeitet grundsätzlich heute noch so wie früher, indem man eine Reihe von 10 bis 16 Gefäßen so hintereinander schaltet, daß stets ein andres Gefäß als erstes und letztes angeschlossen wird, was keine völlig ununterbrochene Arbeit gestattet. Es gibt zwar auch ununterbrochen arbeitende Trogauslaugungen in zwei Bauarten, die den großen Vorteil haben, daß die sonst anfallenden Eiweißstoffe, Mark und kleine Rübenteilchen mit sich führenden sehr unangenehmen Abwässer entfallen, da sie restlos zurückgenommen werden, aber man erhält einen wesentlich dünneren Rohsaft und muß daher bei seiner Eindickung mehr Wärme aufwenden. Untersucht sind zwar diese Auslaugungen in wärmewirtschaftlicher Beziehung noch nicht. Es scheint aber, daß die alte Auslaugung in dieser Beziehung günstiger abschneidet.

Die Geräte für die Saftverarbeitung

Für die mechanische Reinigung der Säfte sind je nach deren Zusammensetzung Filterpressen, Beutelfilter und Sandfilter im Gebrauch; für das Anwärmen benutzt man heute nur noch geschlossene Schnellstromwärmer mit mehrfachem Saftumlauf und kommt dann mit kleineren Heizflächen aus. Da man zu deren Beheizung nur niedrig gespannten Brüdendampf verwendet, sind an und für sich große Heizflächen nötig. Infolge der Erhöhung der Geschwindigkeit in den Schnellstromwärmern erzielt man eine bessere Wärmeübertragung, die Heizflächen werden kleiner, und da man sie vollständig mit Wärmeschutz umkleiden kann, vermindert man auch die Strahlungsverluste. Man baut heute meist stehende Vorwärmer und wuchtet die beiden Deckel so aus, daß sie leicht geöffnet werden können. Ein häufiges Öffnen der Deckel ist wegen der Reinigung der Rohrbündel notwendig. Zwischen die Auslaugegefäße sind Röhrenwärmer mit einfachem Saftumlauf eingeschaltet.

Die Verdampfer bestehen in der Grundform ebenfalls schon seit Jahrzehnten. Man nennt sie nach dem Erfinder Robert-Körper. Im Laufe der Zeit wurden die Durchmesser der Heizrohre vermindert und ihre Läng vergrößert. Eine Zeitlang baute man liegende Verdampfer, ist aber davon wieder abgekommen. Abweichend von den allgemein üblichen Verdampfern is der Kestner-Verdampfer ausgeführt, desse Heizrohre 7 m oder noch länger sind. Man verwendet ih aber nur für die erste Stufe, wenn der Saft noch dünn flüssig ist und dann Temperaturen über 100° verträg Eine neue Form des Verdampfers ist seit wenige Jahren unter der Bezeichnung Kammer-Schnell stromverdampfer bekannt geworden[3]). Die Bauart ist aber noch nicht am Ende ihrer Entwicklur angelangt. Von den Erfindern Vinzik und Ture

[2]) Vergl. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. H. Claassen, Die Zuckerfabrikation; Magdeburg.

[3]) Lizenznehmer für Deutschland ist das Weigelwerk A. G., Neil Neuland.

Abb. 2
Verdampfapparat gewöhnlicher Bauart

a Heizdampfeintritt
b Kondensataustritt
c Safteintritt
d Saftaustritt
e Brüdendampfaustritt
f Gas- und Luftabzüge

Abb. 3 bis 5
Kammer-Schnellstromverdampfer nach Vinzek-Turek

a Heizdampfeintritt
b Kondensataustritt
c Safteintritt
d Saftaustritt
e Brüdendampfaustritt
f Gas- und Luftabzug

wurden verschiedene Abänderungen vorgenommen und, wie die Zusatzpatente schließen lassen, geht man eigentlich schon wieder von dem ursprünglichen Gedanken wesentlich ab. Die Kammerverdampfer scheinen demnach die an sie gestellten Erwartungen nicht erfüllt zu haben.

In Abb. 2 sowie 3 bis 5 sind ein Verdampfapparat alter, heute noch bestens bewährter Bauart und der Kammer-Schnellstromverdampfer dargestellt. Auf die Wirtschaftlichkeit der Verdampfanlage scheint die Bauart selbst ohne besonderen Einfluß zu sein; es ist aber wichtig, daß die Safträume klein sind, wenn höhere Temperaturen angewendet werden sollen. Der Saft ist gegen eine länger einwirkende Erwärmung über 100 °, etwa bis 125 °, empfindlich; er färbt sich dann dunkel. Je größer der Saftraum ist, desto leichter kann sich der Saft verfärben, und das ist bei alten Apparaten meist der Fall. Vinzik und Turek wendeten zuerst höhere Temperaturen an und hatten daher das Bestreben, einen Verdampfer zu bauen, der sehr kleine Safträume hat, was durch die zwangläufige Strömung des Saftes durch die einzelnen Kammern erzielt werden sollte. Die Bauart, Abb. 2, mit einem mittleren Umlaufrohr ist wohl die häufigste. Allerdings wird durch das Umlaufrohr der Saftraum unnötig vergrößert. Tatsache ist, daß man bei Verdampfern mit großem Saftraum ein Verfärben des Saftes sehr häufig beobachtet hat.

Der Kammerverdampfer, Abb. 3 bis 5, hat stets einen sehr kleinen Saftraum und er wurde auch gebaut, um höhere Kochtemperaturen anwenden zu können, ohne daß sich der Saft verfärbt. Innerhalb des Verdampfers ist dem Saft der Weg vorgeschrieben. Er tritt in das Fallrohr *c* ein, steigt durch die engen Heizrohre der Kammer 1 hoch, tritt wieder durch ein Fallrohr in die Kammer 2 usw. bis zu dem letzten Fallrohr *d*, wo er den Verdampfer verläßt. Der Heizdampf tritt bei diesem Verdampfer in der Mitte des unteren Bodens ein, er kann sich also sehr gleichmäßig verteilen. Bei den Verdampfern älterer Bauart hat man mehrere Heizdampf-Eintrittstellen, um eine bessere Verteilung zu erreichen.

Eine wirtschaftliche Verdampfung hängt aber weniger von der Bauart der Verdampfer als vielmehr von der Schaltung und insbesondere von der Höhe des Gegendruckes bei den Maschinen ab. Rein wärmewirtschaftliche Überlegungen geben also den Ausschlag.

Ursprünglich arbeitete man mit mehrfachen Verdampfanlagen, deren erster Körper mit Abdampf geringer Spannung beheizt wurde, und deren letzter an den Kondensator angeschlossen war. Naturgemäß war die Kochtemperatur schon im ersten Körper nur wenig über 100 °, alle andern standen unter Luftleere. Die Säfte wärme man, soweit es möglich war, auch mit Abdampf vor; im übrigen dann mit Kesseldampf. Um Dampf zu sparen, begann man Brüdendampf zu Anwärmzwecken zu verwenden, mußte dann aber trachten, im ersten Teil der Verdampfanlage mit höheren Temperaturen zu arbeiten. Man erreichte dies, da eine Höherlegung des Abdampfdruckes damals noch nicht möglich war, dadurch, daß man der Verdampfanlage einen besonderen Verdampfer vorschaltete und diesen mit Kesseldampf beheizte. Seine Brüden hatten die Spannung des Abdampfes und beheizten gemeinsam mit diesem die mehrstufige Verdampfanlage. Man ging dann noch einen Schritt weiter und schaltete zwei solche Vorverdampfer oder Vorkocher vor und konnte dann auch noch die Verkochung mit Brüdendampf beheizen. Erst als man zu einer zentralen Krafterzeugung überging und Abdampfspannungen von 2,75 bis 3,5 at abs zulässig waren, verminderte man wieder die Zahl der Verdampfer auf nur drei und stellte die Kochtemperaturen so ein, daß auch der dritte Körper noch einen geringen Überdruck aufwies, die Kondensation also ganz entbehrlich wurde.

In Abb. 6 bis 10 sind die heute üblichen Schaltungen mit den im allgemeinen angewendeten Temperaturen zusammengestellt. Man findet Verdampfanlagen, die, wie in Abb. 10, nur aus drei, aber auch solche, die aus sechs Körpern bestehen, Abb. 9. Die Schaltung nach Abb. 10 verlangt einen höher gespannten Abdampf, also neue Maschinen, während bei allen andern Schaltungen die alten Maschinen mit geringem Gegendruck beibehalten werden können. In allen Fällen benutzt man die Brüden höherer Temperatur aus den einzelnen Körpern zur Vorwärmung, zur Beheizung der Auslaugung und der Verkochung, aber auch die kälteren finden Verwendung. Man geht heute immer mehr davon ab, fünf- oder sechsstufige Verdampfanlagen zu bauen, da einmal die Strahlungsverluste mit der Zahl der Körper steigen und die Leistung der letzten Verdampfer sehr gering ist[4]).

Das Verdampfen vollzieht sich durchaus nicht gleichmäßig. Die Saftzufuhr kann kaum vollständig gleichmäßig gehalten werden, die Brüdenentnahme ist ebenfalls ungleichmäßig. Die Folge ist eine schwankende Dichte des austretenden Dicksaftes. Man kann wohl einen gleichmäßigen Saftzufluß erreichen, den Einfluß des schwankenden Brüdendampfverbrauches der Verkochung kann man aber so lange nicht ausschalten, als es nicht gelingt, auch das Verkochen zu einer ununterbrochenen Arbeit auszubilden.

[4]) Ausführliche Berechnungen über Verdampfanlagen, Anwärmungen, Verkochung usw. s. Schiebl, „Wärmewirtschaft in der Zuckerindustrie", Dresden 1926.

Abb. 6

Abb. 7

Abb 8

Abb. 9

Abb. 10

Abb. 6 bis 10
Schaltungen von Verdampfanlagen

Abb. 6. 1 + 3-Körper-Verdampfung
„ 7. 1 + 4- „ „
„ 8. 2 + 3- „ „
„ 9. 2 + 4- „ „
„ 10. 3-Körper-Überdruckverdampfung

a Maschinenabdampf *b* für Beheizen abgezogener Brüdendampf *c* Kesseldampf *d* Zusatzkesseldampf

Abb. 11
Unterdruckbehälter für Rohzucker

a Heizdampfeintritt
b Kondensataustritt
c Safteintritt
d Füllmasseablaß
e Brüdenaustritt
f Gas- und Luftabzug

Das Verkochen wird in einzelnen Apparaten mit etwa 30 bis 50 t Füllmasse vorgenommen. Je nach der Größe der Fabrik sind mindestens zwei Rohzucker- und ein Nachprodukt-Vakuum bei kleinen Fabriken nötig, bei großen dann ein Vielfaches. Abb. 11 gibt eine kennzeichnende Bauart wieder. Die Heizfläche wird aus Rohren von 70 bis 90 mm Dmr. und etwa 800 bis 1200 mm Länge gebildet. Sie sind entweder in einem eingehängten Heizkörper untergebracht oder, wie bei dem Verdampfer nach Abb. 2, in eingenieteten Rohrböden. Es gibt auch noch ganz abweichend gebaute Heizkörper, die z. B. aus doppelwandigen, ineinander gehängten Zylindern bestehen; aber Heizkörper mit geraden Rohren werden bevorzugt, da sie leichter zu reinigen sind.

Verkocht wird in der Weise, daß in den unter Luftleere stehenden Apparat zuerst eine gewisse Menge Dicksaft eingezogen und auf eine bestimmte Dichte verarbeitet wird. Sobald die Kristallbildung einsetzt, wird die Dampfzufuhr gedrosselt und neuer Dicksaft eingezogen. Zwischen der Kristallbildung und der nötigen Wärmezufuhr bestehen Beziehungen, die heute bereits erforscht zu sein scheinen, und es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß man mit Hilfe dieser neuesten Forschungsergebnisse auch einen Weg finden wird, um das Verkochen zu Kristallzucker zu einem ununterbrochenen Vorgang auszubilden.

Abb. 12 und 13 zeigen den Dampfverbrauch von Verkochanlagen. Aus Abb. 13 ist der Verlauf des Dampfverbrauches eines einzelnen Unterdruckapparates zu sehen. In ihm wurde Würfelfüllmasse verkocht, also Raffinade; aber bei der Verkochung von Rohzucker treten

Abb. 12
Rohzuckerverkocher

Abb. 13
Würfelzucker-Unterdruckkocher

Abb. 12 und 13
Dampfverbrauch von Verkochanlagen

Abb. 14 und 15
Dampfverbrauch, gemessen an einer fünfstufigen Verdampfanlage an zwei verschiedenen Tagen (Gehre-Dampfmesser)

mindestens dieselben Schwankungen auf, wenn auch über eine 6 bis 7 h lange Kochzeit verteilt. Abb. 12 ist als ein Summendiagramm des Verbrauches mehrerer Unterdruckapparate anzusehen, worin sich die Spitzen teils addieren, teils subtrahieren. Die Spitzen gleichen sich um so mehr aus, je mehr Vakuumapparate im Betriebe gehalten werden, aber selbst wenn man wieder zu mehreren aber kleineren Einheiten zurückkehren würde, könnte man einen Ausgleich der Schwankungen im Dampfverbrauch nicht erreichen. Die neuartigen, sehr empfindlichen Druckregler ermöglichen es, eine Verdampfanlage trotz der in weiten Grenzen schwankenden Brüdenentnahmen so zu betreiben, daß innerhalb der Verdampfanlage die Schwankungen ausgeglichen werden und ein Dicksaft von gleichbleibender Dichte gewonnen wird. Die Heizdampfmenge, die dem ersten Körper zugeführt wird, ist veränderlich, da sie ebenfalls geregelt werden muß.

Die Ergebnisse haben sofort voll befriedigt. Es gelang, eine aus nur drei Verdampfern bestehende Überdruck-Verdampfanlage nach Abb. 8 so zu betreiben, daß die Drücke in allen drei Körpern praktisch gleich waren. Zur Zeit wird eine derartige Regleranlage für das Ausland ausgeführt.

Als vor wenigen Jahren die erste Überdruck-Verdampfung aufgestellt wurde, begnügte man sich mit den drei Körpern allein. Es muß sich aber gezeigt haben, daß eine solche Anlage den schwankenden Betriebsverhältnissen schwer anzupassen ist, man hat daher noch einen vierten Körper angeschlossen, den man den Nachverdampfer nennt. Er soll nur ausnahmsweise verdampfen und nur zum Ausgleich der schwankenden Verdampfleistung in den drei Körpern dienen. Den Nachverdampfer kann man sehr gut durch selbsttätige Regler zu- und abschalten und dann sehr große Leistungsänderungen voll ausgleichen.

In Abb. 14 und 15 sind Dampfverbrauchlinien einer fünfstufigen Verdampfanlage wiedergegeben. Gemessen wurde unmittelbar vor dem ersten Verdampfer. Zu Anfang der Kampagne, am 8. Oktober, verläuft die Linie weit gleichmäßiger als zu Ende der Kampagne, am 20. Dezember. Wie weit hier die Betriebsverhältnisse von Einfluß waren, kann nicht gesagt werden. Jedenfalls sind die Schwankungen recht bedeutend und übertragen sich auf das Kesselhaus. Im allgemeinen aber sind die Stöße von nur kurzer Dauer und werden dann wohl ohne weiteres von den Kesseln selbst aufgenommen. Die Schwankungen im Dampfverbrauch des ersten Körpers rühren aber auch davon her, daß die Abdampfmenge schwankt. Da es sich hier um eine Anlage nach Abb. 7 handelt, muß ein Mangel an Abdampf durch eine vermehrte Zugabe an Kesseldampf und umgekehrt ausgeglichen werden.

Von den andern Geräten einer Zuckerfabrik wären noch die Schleudern zu erwähnen. Es gibt zwei Gruppen dieser Schleudern, solche für Rohzucker und solche für Nachproduktzucker. Die stehende Schleuder mit Riemenantrieb wurde allmählich von der hängenden verdrängt, gleichzeitig ging man zu größeren Füllungen über. Bei Rohzucker werden in 1 h bis zu 12 Füllungen geschleudert. In diese Zeit ist auch schon das Füllen und Entleeren inbegriffen. Das Schleudern selbst dauert nur wenige Minuten. Da die Füllung bis zu 500 kg bei 1200 mm Trommeldurchmesser beträgt, werden an den Werkstoff sehr hohe Anforderungen gestellt, zumal die Bedienung roh ist.

Für den Antrieb zieht man heute, wenn kein Strommangel besteht, den Einzelantrieb mit Elektromotor vor. Man verwendet besonders gebaute Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer und Anlassern, die mit der Bremse gekuppelt sind. Seitdem man gute Rutschkupplungen ausgebildet hat, ist es möglich, den Motor erst unbelastet anzulassen. Bei dieser Anordnung werden Stromstöße vermieden und die Anlaufzeiten sehr kurz gehalten. Der Einzelantrieb hat aber den Gruppenantrieb nicht ganz verdrängt. Man rühmt dem Gruppenantrieb nach, daß die großen Schwungmassen, die die einzelnen Riemenscheiben mit Kupplungen darstellen, einen Teil der Ungleichförmigkeit überwinden und man daher mit einem schwächeren Motor auskommt, der zudem recht gleichmäßig belastet ist. Große Vorteile für den Betrieb bieten Einzelantriebe mit Wasserturbinen, sie sind aber nicht wirtschaftlich, da das Druckwasser durch eine besondere Pumpe erzeugt werden muß. Eine solche Schleuder mit Wasserturbine ist in Abb. 16 dargestellt.

Die Schleudern werden sogleich nach dem Anlassen gefüllt, solange also die Drehzahl niedrig ist. Man erreicht dabei eine gute Verteilung der Füllmasse über die ganze Trommel. Zum Entleeren muß die Trommel abgebremst werden, dann erst wird der Verschlußteller gehoben und der Zucker bei langsamem Drehen der Trom-

Abb. 16
Schleuder mit Wasserturbinenantrieb

mel mit einer hölzernen Handschaufel gelöst und der Ausfallöffnung zugeführt. Seit kurzem gibt es eine Schleuder für Rohzucker, die sich selbst entleert und gestattet, in derselben Zeit erheblich mehr zu schleudern.

In Abb. 17 und 18 sind die Trommeln der bisherigen und der neuen Bauart gegenübergestellt. Die Trommel neuer Bauart hat einen nach unten nur wenig eingezogenen Mantel und eine große Ausfallöffnung. Sie wird bei etwa 100 Uml./min gefüllt, zum Entleeren wieder fast ganz abgebremst. Der Zucker braucht aber nicht erst gelockert und der Ausfallöffnung zugebracht zu werden, er fällt von selbst heraus, sobald die Wirkung der Fliehkraft aufhört. Man kann mit diesen Schleudern bis zu 24 Füllungen in 1 h, also etwa die doppelte Leistung gegenüber den bisherigen Bauarten erreichen.

Die Rüben werden in T r o g w ä s c h e n gereinigt und in S c h n i t z e l m a s c h i n e n mit stehenden Trommeln und umlaufenden Scheiben, in welche die Messerkasten mit Messern eingesetzt sind, zerteilt. Eine gründliche Abscheidung der mit den Rüben zugeführten Steine ist sehr wichtig, da ein Stein allein alle Messer einer Schnitzelmaschine unbrauchbar machen kann.

Als Baustoffe für die Geräte und Maschinen benutzt man durchweg Eisen und Stahl, als Rohre für die Verdampfapparate, Wärmer und Vakuumapparate nimmt man heute wieder dünnwandige Messingrohre.

Die Rüben werden in selbsttätigen und selbstschreibenden Waagen verwogen, ebenso der Rohzucker und die Trockenschnitzel.

Die abgepreßten Schnitzel werden getrocknet. Erst in neuerer Zeit geht man allgemein dazu über, das Trocknen mit den Kesselabgasen vorzunehmen. Das bedeutet sehr große Kohlenersparnisse. Die Trockenapparate sind T r o m m e l t r o c k n e r, durch die die Kesselabgase oder die Rauchgase besonderer Feuerungen durchgetrieben werden. Dampftrocknungen sind heute als unwirtschaftlich abgetan.

Das Förderwesen

Reizvolle Aufgaben stellt dem Ingenieur das Abladen und das Stapeln der Rüben. Wie schon eingangs erwähnt wurde, hat man heute mit Verarbeitungen bis zu 2000 t/Tag zu rechnen, es sind dann nach Abrechnung der Ruhepausen mindestens 90 t/h zu bewältigen. Nun muß aber in der Regel ein Vorrat aufgestapelt werden können; denn vielfach kommen für das Abladen nur die Tagesstunden in Betracht. Die wirkliche Stundenleistung ist daher stets viel höher, als dem Durchschnitt entsprechen würde. Mit der steigenden Verarbeitung mußte man auf Mittel sinnen, die Handarbeit auszuschalten, und da das Anfahren der Rüben mit Pferdefuhren allein nicht mehr genügte und Eisenbahnwagen und Kähne schnell zu entladen waren, bildeten sich, den neuen Verhältnissen entsprechend, neue Arbeitsweisen aus. Man kann die Mittel für das Entladen und das Stapeln in die beiden großen Gruppen zusammenfassen: m e c h a n i s c h e A n l a g e n und solche nach dem S p ü l v e r f a h r e n [5]).

[5]) Vergl. S c h i e b l, „Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinaden". I. Teil „Das Fördern fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe"; Magdeburg 1927.

Abb. 17
Bisherige Bauart
(Maschinenfabrik Buckau, Abt. Röhrig & König)

Abb. 18
Neue Bauart
(Främbs & Freudenberg, Schweidnitz)

Abb. 17 und 18
Trommeln der hängenden Schleudern

Abb. 19
Rübenstapelung im Rundspeicher mit Mammutpumpe und im Kreise drehbarer Spülrinne

Gegen die Verwendung von G r e i f e r n bestanden lange Vorurteile. Man befürchtete starke Beschädigungen der Rüben. Die Verhältnise zwangen aber dazu, Greifer zu benutzen, und man machte die Erfahrung, daß die Rübenbeschädigung keine Rolle spielt. Greifer verwendet man an Drehkranen und Verladebrücken oder bei Greiferlaufkatzen. Handelt es sich um die Entladung von Eisenbahnwagen, so ist ihre Größe mit 2½ m³ nach oben beschränkt; dies entspricht bei einem Schüttgewicht von rd. 650 kg/m³ einer Füllung von rd. 1,65 t. Mit einem Greifer können höchstens 50 t/h entladen werden. Wenn nur aus Schiffen entladen wird, kann allerdings der Greifer noch größer sein.

Auch K a b e l k r a n e werden verwendet. Sie haben den Vorteil, daß sie einen sehr großen Raum bestreichen und ebenso wie die Verladebrücke auch ein Wiederaufnehmen der abgeladenen Rüben ermöglichen.

W a g e n k i p p e r sind bisher nur in wenigen Fällen benutzt worden. Ihre Anschaffung ist zu teuer. Mit einem ortfesten Kipper kommt man nicht aus, da man immer einen gewissen Vorrat stapeln muß, es käme dann nur der fahrbare Kipper in Frage; dann müssen auch neue Speicher angelegt werden, was hohe Baukosten verursacht.

Die abgeladenen Rüben werden mittels gemauerten S c h w e m m r i n n e n in die Fabrik geschafft. Dies is[t] das billigste Mittel und schon seit gut 50 Jahren im Gebrauch. Im Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Spülung auch für das Abladen selbst versuchsweise angewendet, ein Verfahren, das bald zu einer sehr brauchbaren Einrichtung ausgebildet werden konnte. Man kenn[t] solche Spülabladungen unter der Bezeichnung E l f a - A n l a g e n, kann sie aber nur für Eisenbahnwagen un[d] für Pferdefuhren brauchen, da sie nur in die Tief[e] arbeiten können. Im wesentlichen wird ein starke[r] Wasserstrahl aus beweglichen und der Größe nac[h] verstellbaren Düsen auf die Rüben gerichtet und diese wer[-]den herausgeschwemmt. Zum Heben der Rüben und de[s] Schwemmwassers verwendet man dann mit Vorteil di[e] M a m m u t p u m p e der Firma Borsig, Tegel. Man kan[n] auch durch hochliegende Spülrinnen eine Verteilung de[r] Rüben in die Speicher erreichen. In vielen Fabriken find[et] man trotz eines Wirkungsgrades von nur 10 bis 15 v[H] immer noch das Rübenhubrad. Eine eigenartige Lösun[g] zeigt Abb. 19. Hier werden die Rüben mit einer Mammu[t-]pumpe in eine über einem Rundspeicher um einen Pun[kt] drehbare Rinne gehoben und, da diese an beliebiger Stel[le] geöffnet werden kann, über den ganzen Raum vertei[lt.] Das Abwasser wird durch eine zweite Rinne in ein[en] Ringkanal am Drehpunkt abgeleitet. In diesem Fal[l] werden die Rüben bis zu 7 m Höhe gestapelt.

In die Speicher oder Stapel werden die Rüben [in] der verschiedensten Weise verteilt. Man benu[t-]

Abb. 20
Rübenförderung von Stapeln mit Spülung nach R. Fölsche, Halle a. d. S.

hierzu Verladebrücken, Drehkrane, Seil- oder Elektrohängebahnen, ebenso die bereits erwähnten Spülrinnen und den Kabelkran. Wenn es die Rübenanfahrverhältnisse gestatten, vermeidet man ein Stapeln der Rüben und entladet sie in der Menge, die die Fabrik unmittelbar verarbeiten kann. Dann kann ein ortfester Wagenkipper mit Vorteil benutzt werden.

Das Spülverfahren dient seit einigen Jahren auch für die Förderung aus den Speichern. Auch hier werden aus tragbaren und an verschiedenen Stellen anschließbaren Spülköpfen gegen den Rübenhaufen Wasserstrahlen gerichtet und die Rüben weggespült. Ein Mann genügt für sehr große Leistungen zur Bedienung, eine Düse hat bis zu 10 m Reichweite, Abb. 20.

Die Spülanlagen arbeiten mit einer Wassermenge, die dem fünf- bis achtfachen des Rübengewichtes entspricht. Ein Druck von höchstens 2 at genügt in allen Fällen.

Für das Fördern der frischen, der ausgelaugten und der getrockneten Schnitzel verwendet man Förderschnecken und Rechenförderer bei kurzen und Saug- oder Druckluftanlagen bei langen Strecken. Die Kohlen werden in neu ausgebauten Fabriken auch schon mit Greiferlaufkatzen ins Kesselhaus gebracht. Verladebrücken stellt man heute kaum mehr auf, da man es nicht mehr nötig hat, viel Kohlen auf Lager zu legen. Die hochliegenden Bunker des Kesselhauses werden am besten mit einer Greiferlaufkatze beschickt, die nur einen kurzen Weg zurückzulegen hat.

Das Kesselhaus und die Maschinen

Da die Zuckerfabriken ausgesprochene Gegendruckbetriebe sind, so spielen das Kesselhaus und die Krafterzeugung eine sehr wichtige Rolle. In einer neuzeitlich eingerichteten Zuckerfabrik wird die Wärme, die man mit der Kohle einführt, bis zum äußersten ausgenutzt. Den Wärmefluß zeigt Abb. 21.

Hierbei ist eine neuzeitliche Fabrik angenommen, die mit nur einem Kesselhaus arbeitet, die Kraft in einer Turbodynamo zentral erzeugt und in einer Überdruckverdampfung nach Abb. 8 eindickt. Es sind noch nicht die allergünstigsten Verhältnisse angenommen. Der größte Verlust entsteht im Kesselhause selbst, er wird aber weniger fühlbar, wenn die Rauchgase zum Trocknen der Schnitzel verwendet werden. Die weiteren Wärmeverluste sind teils unvermeidbar, wie die in den austretenden Zwischen- und Fertigstoffen und dem überschüssigen warmen Wasser, oder vermeidbar, indem sie sich durch Verkürzung der Rohrleitungen, Ausnutzung der heißen Kondensationswässer zur Kesselspeisung, einen ausgiebigen Wärmeschutz usw. einschränken lassen. Abb. 21 zeigt, daß die Krafterzeugung kaum eine Rolle spielt. Die mit dem Abdampf zugeführte Wärme reicht bei weitem noch nicht aus, um den ganzen Wärmebedarf der Fabrik zu decken, denn es muß noch Kesseldampf als Heizdampf zugeführt werden. Allerdings stellt das Schema des Wärmeflusses einen idealen Betriebzustand dar, der nie so regelmäßig vor sich geht, wie hier angenommen ist. Man könnte also noch erheblich mehr Kraft erzeugen, und zwar so viel, daß der dann anfallende Abdampf den Heizdampfbedarf deckt.

Die Zuckerfabriken sind also Betriebe, welche Überschußenergie abgeben könnten. Es gibt auch schon Fabriken, die im Gegendruckbetriebe Kraft erzeugen und die überschüssige abgeben. In Deutschland besteht aber die Schwierigkeit, daß die Überlandkraftwerke den Überschußstrom nicht aufnehmen. In einem Falle beliefert die Zuckerfabrik das städtische Netz, in einem andern Fall arbeitet die Kraftzentrale das ganze Jahr als Kraftwerk. In Böhmen und Mähren ist man in dieser Richtung bereits weiter und eine Zahl Fabriken arbeiten zusammen mit den Überland-Kraftwerken, beide Teile fahren dabei sehr gut[6]). Allerdings ist zu beachten, daß die Arbeitzeit nur wenige Wochen dauert, aber es ist das

[6]) Vergl. Niethammer, „Die Energie in der Nestomitzer Zuckerraffinerie", Archiv f. Wärmewirtschaft Bd. 5 (1924) S. 81.

Abb. 21
Wärmefluß in kcal in einer Rohzuckerfabrik für die Verarbeitung von 100 kg Rüben

gerade die Zeit des größten Stromverbrauches. Für die einzelne Zuckerfabrik spielen die Mehrkosten, die die größeren Kraftanlagen verursachen, gegenüber dem Gewinn keine besondere Rolle, wenn Dampfturbinen gewählt werden, ebensowenig, wenn eine Dampfturbine mit geringem Dampfverbrauch an Stelle der sonst meist üblichen einstufigen aufgestellt würde. Nun muß aber in einem solchen Falle die Leistung nach dem Abdampfbedarf geregelt werden, eine Aufgabe, die aber heute keinen Schwierigkeiten begegnet.

Mit Rücksicht auf den hohen Verbrauch an Dampf geringer Spannung haben bisher alle Zuckerfabriken mit zwei Kesselgruppen gearbeitet, von denen die eine den Maschinendampf von einer Spannung bis zu etwa 16 at erzeugte, die andre aber nur Heizdampf von 4 bis 6 at. Nur beim Maschinendampf wendete man auch schon eine geringe Überhitzung an, der Niederdruckdampf wurde nicht überhitzt. Dies hängt damit zusammen, daß neben den neuen meist alte Maschinen laufen müssen, die für Heißdampf nicht geeignet sind, und man die Erfahrung gemacht haben wollte, daß sich auch nur wenig überhitzter Dampf als Heizdampf nicht eignet. Gerade diese Anschauung beginnt man jetzt zu bekämpfen, und es gibt bereits Zuckerfabriken, die anstandlos mit Heißdampf heizen. Geklärt ist allerdings diese Frage noch lange nicht, insbesondere weiß man nicht, warum sich in dem einen Falle der Heißdampf als Heizdampf nicht bewährt hat, in dem andern aber doch.

Unsere Zuckerfabriken sind alte Betriebe, die aus kleinen zu immer größeren ausgebaut wurden. Es ist klar, daß man stets bestrebt war, wenigstens einen Teil der früheren Einrichtung beizubehalten, und so findet man vielfach Fabriken, die auch drei Kesselgruppen haben, ausnahmsweise sogar vier. Dampfwirtschaftlich stehen sie natürlich nicht an erster Stelle. Aber gerade die Dampfkessel sind sehr teuer, da ja auch das Gebäude und die Bekohlungseinrichtungen zu erweitern sind, und eine vollständige Umstellung auf elektrischen Betrieb kostet ebenfalls viel. Man geht daher schrittweise vor, stellt nur eine kleine Turbodynamo auf und die nur für diesen nötigen Hochdruckkessel, in der Hoffnung, daß sich die nicht günstige Wirtschaftslage der Zuckerindustrie bessern wird und man in die Lage kommt, in den nächsten Jahren dann den weiteren Ausbau vornehmen zu können. Weitblickende Fabriken haben in den letzten Jahren neue Dampfkessel mit Drücken von über 20 at aufgestellt und werden in absehbarer Zeit die Niederdruckkessel ganz ausgeschaltet haben. Den außer dem Abdampf noch nötigen Heizdampf gewinnt man durch Minderung des Hochdruckdampfes und benutzt weitgehend Arca-Regler nicht nur für die Dampfdruckminderung und für Zusatzdampf, sondern auch für Temperatur-, Kesselzug- und andre Regelungen.

Solange man mit geringen Kesseldrücken gearbeitet hat, konnte man auch nur niedrig gespannten Abdampf aus den Maschinen erhalten. Wie schon eingangs erwähnt wurde, lernte man den Brüdendampf erst später ausgiebig verwenden. Man heizte die meisten Stellen mit Abdampf, und dann konnten viele Maschinen laufen, ohne daß es einen Abdampfüberschuß gegeben hätte. Die Pumpmaschinen wurden daher mit Dampf betrieben, und man stellte für jede Gruppe von Arbeitsmaschinen eine besondere Betriebsmaschine auf. Dieser Zustand war aber nicht mehr aufrecht zu erhalten, als man die Brüdendämpfe immer mehr zu Heizzwecken verwenden lernte; man mußte sich bemühen, die Abdampfmenge zu verringern. Hierzu diente die Erhöhung des Kesseldruckes und die Verminderung der Zahl der einzelnen Maschinen, was schließlich zur zentralen Krafterzeugung und zur elektrischen Kraftübertragung führte. Heute gibt es umlaufende Pumpen für alle Zwecke und alle vorkommenden Flüssigkeiten in reicher Auswahl. Auch die Luftpumpen und die Kohlensäuregebläse wurden als umlaufende Pumpen ausgeführt, man steht ihnen aber immer noch etwas mißtrauisch gegenüber.

Am häufigsten findet man die Elmo-Wasserringpumpe, sowohl als Luft-, als auch als Kohlensäurepumpe, es finden aber auch schon andre Bauarten Eingang, besonders die verschiedenen Gebläse für die Bedienung des Kalkofens. Der niedrige Preis und der geringe Platzbedarf der umlaufenden Pumpen war bestimmend für deren Einführung; man konnte vielfach die bisherigen Pumpmaschinen stehen lassen und die neuen umlaufenden daneben aufstellen.

Als Kraftmaschine dient am besten eine Dampfturbine, die meist als einstufige Maschine voll genügt. Es kommt ja nur darauf an, daß die Abdampfmenge auch im ungünstigsten Falle den Verbrauch an Heizdampf nicht übersteigt. Eine vielstufige Turbine käme nur in Frage, wenn Überschußenergie erzeugt werden könnte. Eine Raffinerie hat vor wenigen Monaten eine Turbine aufgestellt, die einstweilen mit dem verfügbaren Druckgefälle zwischen 15 und 2 at Überdruck arbeitet, die aber in absehbarer Zeit, mit einer Vorschaltturbine versehen, der Niederdruckteil einer Höchstdruckanlage sein wird. Anzapfturbinen werden unter den heutigen Verhältnissen in Zuckerfabriken nicht verwendet; es genügen stets Gegendruckturbinen allein.

Die Dampfspeicherung

Über die Belastungen des Kesselhauses war man sich bisher nicht recht klar, solange die Dampfmengen nicht ständig gemessen wurden. Man wußte wohl, daß mit sehr großen Schwankungen zu rechnen sei und daß man daher am besten mit Flammrohrkesseln auskomme, da sie sich großen Belastungsänderungen anpassen. Die steigenden Leistungen erforderten dann aber große Kesselhäuser. Man war gezwungen, zu größeren Kesseleinheiten überzugehen und mußte sich dann für Wasserkammerkessel oder Steilrohrkessel entscheiden. Da Dampfmesser immer mehr Eingang finden, kommt man zwar zu der Überzeugung, daß die Schwankungen im Dampfverbrauch sehr groß sind, man verschließt sich aber immer noch der Notwendigkeit, Dampfspeicher aufzustellen.

In Abb. 22 bis 28 ist der Dampfverbrauch verschieden großer und verschieden eingerichteter Zuckerfabriken wiedergegeben. Die Raffinerie, Abb. 22 und 23, arbeitet mit zwei Kesselgruppen, beide mit rd. 20 at Überdruck. Sie speisen zwei Turbodynamos, von denen die eine stets mit der gleichen Belastung arbeitet, während die andre so belastet ist, daß die Abdampfmenge dem Verbrauch entspricht. Die Messungen stammen von der Kesselgruppe, die die ungleichmäßig belastete Turbodynamo versorgt. Recht gleichmäßig verläuft der Dampfverbrauch der Fabrik nach Abb. 24. Hier sind nur Kessel mit 15 at im Betriebe. Die Schwankungen des Verbrauches sind nicht so hoch, daß man einen Ausgleich durch einen Speicher anstreben müßte. Hingegen wäre ein solcher bei der Fabrik nach Abb. 25 sehr zu empfehlen, da sodann eine nicht unbedeutende Kesselheizfläche entbehrlich werden würde. Dasselbe gilt auch für die Fabrik, deren Dampfverbrauch in Abb. 26 bis 28 wiedergegeben ist. Auch diese Fabrik könnte Kessel stillegen, wenn ein Dampfspeicher dazwischengeschaltet würde.

In Deutschland arbeitet bisher nur eine Zukerfabrik mit einem Dampfspeicher[7]). Diese Fabrik hat im Jahre 1923 die Umstellung auf elektrischen Betrieb begonnen, behielt aber der hohen Kosten wegen die Kessel von nur 6 at Betriebsdruck bei. Die Dampfturbine arbeitet mit einem Druckgefälle von 6 auf rd. 0,6 at Überdruck. Dieses Gefälle konnte aber selten voll ausgenutzt werden, da die Kessel nicht genügend Dampf gaben und der Druck abfiel. Da die Verarbeitung erhöht werden sollte, erwog man im Jahre 1924 die Einschaltung eines Ruths-Speichers. Er kam auch zur Aufstellung, da die Lieferfirma die Gewähr dafür übernahm, daß die Verarbeitung bis auf 1500 t/Tag getrieben werden könnte, ohne daß die Kesselheizfläche vergrößert werden müßte. Diese Voraussage ist eingetroffen, man konnte sogar zwe Kessel (= rd. 9 vH der Heizfläche) stillegen.

---

[7]) Vergl. K. Schiebl, „Betriebserfahrungen mit einem Ruth Speicher“, Centralblatt f. d. Zuckerindustrie Bd. 33 (1925) S. 713; Halle „Die Ruths-Speicheranlage in der Zuckerfabrik Stöbnitz“, Siemen Zeitschrift Bd. 5 (1925) S. 77.

Abb. 22 und 23. Rohzuckerfabrik und Raffinerie, die nur mit Hochdruckkesseln und Abgabe von Überschußenergie arbeitet. Teilverbrauch mit Eckart-Dampfmesser gemessen

Abb. 24. Rohzuckerfabrik, rd. 950 t/Tag Rübenverarbeitung, arbeitet nur mit Hochdruckkesseln von 15 at. Gesamtdampfverbrauch mit Venturimesser gemessen

Abb. 25. Rohzuckerfabrik, rd. 1300 t Rübenverarbeitung, arbeitet mit Hoch- und Niederdruckkesseln. Teilverbrauch, Leistung der Niederdruckkessel mit Venturimesser festgestellt

Abb. 22 bis 25
Dampfverbrauch verschiedener Zuckerfabriken nach Aufschreibungen der Dampfmesser

Abb. 26. Maschinendampf von 10,5 at Überdruck

Abb. 27. Maschinendampf von 8 at Überdruck

Abb. 28. Heißdampf von 5 at Überdruck

Abb. 26 bis 28
Dampfverbrauch einer Weißzuckerfabrik für rd. 1500 t/Tag Rübenverarbeitung, die mit drei Gruppen Kesseln arbeitet. Gesamtdampfverbrauch mit Venturimesser festgestellt

In den Abb. 23 bis 28 ist der Dampfverbrauch verschieden

Zahlentafel 1
Wirkung des Ruths-Speichers auf die Verkleinerung des Kesselhauses einer Weißzuckerfabrik

	Rüben, verarbeitet			Kohlenverbrauch	Verhältnisse im Kesselhaus								
					Hochdruckkessel			Niederdruckkessel			Insgesamt		m² Heizfläche, bezogen auf die Spitzenleistung m²/100 kg Rüben in 1 h
	in der Kampagne t	Tagesdurchschnitt t	Spitzenleistung an einzelnen Tagen t	Rohbraunkohle rd. 2000 kcal Heizwert in vH der Rübenverarbeitung vH	Gesamte Heizfläche m²	Druckgrenzen at	Zahl der Feuerungen	Gesamte Heizfläche m²	Druckgrenzen at	Zahl der Feuerungen	Heizfläche m²	Zahl der Feuerungen	
Früherer Betrieb in den Jahren 1918 bis 1922	—	—	—	37,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bei teilweise elektrischem Betrieb 1923 bis 1924	69 528,55	1 252,75	1 300	32,78	959	4,3 bis 6,2	9	926	2,5 bis 4	9	1 885	18	3,480
Bei vollem elektrischen Betrieb mit Ruths-Speicher (130 m², 6 bis 2 at) 1924 bis 1925	97 318,85	1 415,55	1 583,1	29,42	1 189	5,8 bis 5,95	10	522	4 bis 4,4	6	1 711	16	2,594
Weiter ausgebaut 1926 bis 1927	—	—	1 935	29,8	—	—	—	—	—	—	1 885	18	2,337

Dieser Umstand führte dazu, daß die Verarbeitung weiter erhöht wurde. In der letzten Betriebzeit wurden als Spitzenleistungen sogar 1935 t/Tag erreicht, wobei dann alle Kessel im Betriebe waren. Die reine Kesselheizfläche ist also bei einer Verarbeitung von 1935 t genau dieselbe wie früher bei 1300 t; sie beträgt auf 100 kg Rüben in 1 h nur noch 2,337 m² gegen früher 3,480 m², ist also um fast genau 33 vH vermindert worden. Der Kohlenverbrauch dieser Fabrik ist naturgemäß ebenfalls nicht unbedeutend gesenkt worden, wie Zahlentafel 1 ersehen läßt.

Es ist nicht zu verwundern, daß der Ruths-Dampfspeicher in Schweden und in Dänemark schon seit Jahren auch in die Zuckerindustrie Eingang gefunden hat. Verschiedene Raffinerien und gemischte Betriebe, ja auch reine Rohzuckerfabriken arbeiten mit größtem Vorteil mit Dampfspeichern. Den größten Vorteil hatte eine große schwedische Raffinerie, die früher den Strom aus dem Überlandnetz bezogen hat und allen Heizdampf in Niederdruckkesseln erzeugte. Nach der Umstellung auf Gegendruckbetrieb und Aufstellung eines neuen größeren Ruths-Speichers (330 m³ Inhalt, Druckgefälle 4 auf 1 at Überdruck) konnte die Kesselheizfläche um 37 vH verkleinert werden. Es braucht nicht betont zu werden, welchen Einfluß dies auf den Kohlenverbrauch hatte. In einer dänischen Zuckerfabrik sind drei alte Flammrohrkessel zu Ruths-Speichern umgebaut worden.

Die deutsche Zuckerindustrie ist auf dem besten Wege, sich die neuesten Erkenntnisse auf wärmewirtschaftlichem Gebiete zunutze zu machen, ist aber sehr behindert durch die so schlechte Lage auf dem Zuckermarkte. Nur die besteingerichteten Fabriken können noch mit Gewinn arbeiten, aber auch sie haben nicht die Mittel verfügbar, großzügige Umbauten vorzunehmen. Wäre nicht die Behinderung durch die Geldknappheit, so würde die deutsche Zuckerindustrie gegenüber der ausländischen in keiner Beziehung zurückstehen.

[B 514]

Das Stanton-Kraftwerk in West-Pittston[1]

In West-Pittston ist das Stanton-Kraftwerk am Susquehanna River mit insgesamt 90 000 kW Maschinenleistung vor kurzem in Betrieb gekommen. Die Gesamtanlage besteht aus zwei Turbinenhäusern mit je einer 45 000 kW-Turbodynamo, die parallel zu dem dazwischenliegenden Kesselhaus angeordnet sind. Als Brennstoff wird Anthrazitkohlengrus mit 5000 bis 5500 kcal/kg oberem Heizwert verwendet, der auf Wanderrosten unter acht Babcock-Wilcox-Kesseln verbrannt wird. Von diesen Kesseln dienen sechs von je 1670 m² Kesselheizfläche und 260 m² Überhitzerfläche zur Erzeugung des Frischdampfes von 45 at und zwei mit je 550 m² Kesselheizfläche und 1250 m² Überhitzerfläche zur Rücküberhitzung des aus der siebenten Stufe der Hauptturbinen entnommenen Dampfes von 250° auf 385°.

Das Zusatzwasser wird durch eine zweistufige Verdampferanlage von 40 m³/h Leistung aufbereitet, während das gesamte Speisewasser vor Eintritt in die Kessel entlüftet wird.

Jeder der Kessel hat einen umlaufenden Ljungström-Luftvorwärmer. Die Verbrennungsluft strömt zuerst in den Luftvorwärmer, dann durch einen außerhalb des Kessels angebrachten Speisewasservorwärmer, wo sie wieder einen Teil ihrer Wärme abgibt, und von da unter die Roste. Diese Anordnung soll den Vorteil haben, daß Verschmutzungen und Anfressungen im Speisewasservorwärmer vermieden werden, während gleichzeitig verhindert wird, daß die Luft mit zu hoher Temperatur in den Feuerraum eintritt.

Die von der General Electric Co. gelieferten Turbinen sind an zwei Stellen zur Entnahme von Vorwärmdampf angezapft. Man hat davon abgesehen, eine besondere Hausturbine aufzustellen; die beiden Hausdynamos von je 2300 kW sitzen vielmehr auf den verlängerten Wellen der Hauptturbinen zwischen der Hauptdynamo und der Erregermaschine. Auf diese Weise ist bei Anordnung von zwei vollkommen getrennten Sammelschienen die Unabhängigkeit der Hilfsmaschinen von Schwankungen im Hauptnetz gewährleistet, ohne daß die Gesamtanlage, wie dies meist der Fall ist, durch Aufstellung einer besonderen Turbine verwickelt wird.

Die Stromerzeuger haben Umluftkühler, für die als Kühlwasser das Kondensat der Turbinen verwendet wird. Die Kondensatoren mit je 3200 m² Oberfläche haben Wasserein- und -austritte auf jeder Seite. Infolgedessen ist es möglich, die Wasserflußrichtung umzukehren und den in den Rohren angesammelten Schlamm wegzuspülen. Auch in diesem Falle sind zur Kühlung der in den Kondensator gelangenden Luft besondere Luftkühler außerhalb des Kondensators angebracht. Diese Anordnung ist mehrfach in den Berichten des Prime Movers Committee empfohlen worden, weil sie eine bessere Rückkühlung der Luft gewährleisten soll. [N 1131]

Stettin Karthäuser

[1] Vergl. „Power Plant Engineering" Bd. 66 (1927) S. 916 und Arch. f. Wärmewirtsch. Bd. 8 (1927) S. 322.

Empfindlichkeit und Schwingungsdauer einfacher und zusammengesetzter Waagen

Von Dr.-Ing. Max Raudnitz, Darmstadt

Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit und der Schwingungsdauer von der Gestaltung der Balken, von der Anordnung der Schneiden in den Balken, von der Anordnung der einzelnen Balken zueinander sowie von der Belastung.

Ein wesentliches Kennzeichen einer guten Waage ist hohe Empfindlichkeit. Bei der Prüfung seitens der Eichbehörden, ohne die keine Waage dem öffentlichen Verkehr übergeben werden darf, wird daher u. a. untersucht, ob die Waage die eichgesetzlichen Mindestforderungen bezüglich Empfindlichkeit erfüllt. Diese Prüfung erfolgt in der Weise, daß auf die bei der Höchstlast ins Gleichgewicht gebrachte Waage noch ein kleines Zusatzgewicht gebracht wird, das nach dem deutschen Eichgesetz bei Laufgewichtwaagen 0,6 vT der Höchstlast beträgt; dieses Zusatzgewicht muß an dem Wiegebalken einen bleibenden Ausschlag hervorrufen, der deutlich sichtbar ist, d. h. der an der Zunge mindestens 3 mm beträgt. Die gleiche Forderung (bleibender Ausschlag) muß erfüllt werden, wenn auf die bei dem zehnten Teil der Höchstlast ins Gleichgewicht gebrachte Waage noch ein kleines Zusatzgewicht von 0,12 vT der Höchstlast gebracht wird.

Die Schwingungsdauer des Wiegebalkens wird bei der Eichung nicht geprüft, da das Gesetz nur darüber wachen will, daß die Waage genaue Gewichte zeigt. Für den Gebrauch ist aber die Größe der Schwingungsdauer des Wiegebalkens, d. h. die Zeit, in der der Balken eine volle Schwingung zurücklegt, von großer Bedeutung. Je schneller der Balken schwingt, desto rascher kann man das richtige Gewicht einstellen.

Nun stehen Empfindlichkeit und Schwingungsdauer in einem bestimmten Zusammenhang. Abgesehen von der Reibung, die dank der Verwendung von Pfannen und Schneiden an den Lagerstellen nur sehr gering ist und die hier nicht untersucht werden soll, sind Empfindlichkeit und Schwingungsdauer von der Gestaltung der Balken, der Anordnung der Schneiden, der Belastung und bei zusammengesetzten Waagen auch von der Anordnung der Balken zueinander abhängig. Im folgenden werden die theoretischen Zusammenhänge entwickelt und die Ergebnisse verschiedener Versuchsreihen mitgeteilt, die von der Maschinenfabrik Carl Schenck, G. m. b. H., Darmstadt, ausgeführt worden sind.

I. Einfacher Waagebalken

Die **absolute Empfindlichkeit** des einfachen Waagebalkens, Abb. 1, messen wir durch den senkrechten Weg der Gewichtschneide B des Balkens, wenn der Balken durch ein kleines Zusatzgewicht aus der Gleichgewichtlage gedreht wird.

Abb. 2
Einfache Waage und Zusatzgewicht q

Abb. 1
Einfache Waage im Gleichgewicht

Wir führen folgende Bezeichnungen an:

- m' in mm Ausschlag in senkrechter Richtung, beobachtet an der Zeigerspitze D;
- m in mm derselbe Ausschlag in senkrechter Richtung, auf die Gewichtschneide B bezogen;
- q in g kleines Übergewicht auf der Gewichtschale, das eine kleine Drehung aus der Gleichgewichtlage hervorruft;
- l in mm Gewichthebelarm = 300 mm;
- a in mm Lasthebelarm = 150 mm;
- i Übersetzungsverhältnis $= \frac{a}{l} = \frac{1}{2}$;
- W in g Balkengewicht (einschließlich Waagschalen bei Vernachlässigung des hierdurch entstehenden kleinen Fehlers)[1] = 10 514 g;
- L in g Last;
- G in g Gewicht;
- e_1 in mm Entfernung des Oberbalken-Schwerpunktes S_1 vom Drehpunkt O;
- e_2 in mm Entfernung des Angriffspunktes S_2 der Resultierenden aus Last und Gewicht vom Drehpunkt O;
- ϱ in mm Trägheitshalbmesser des Balkens.

Der Balken in Abb. 1 befindet sich im Gleichgewicht. Wird zu dem Gewicht G auf der Gewichtschale ein kleines Zusatzgewicht q zugelegt, so dreht sich der Balken aus der Lage nach Abb. 1 heraus um einen Winkel α, bei dem er in einer neuen Gleichgewichtlage zur Ruhe kommt, Abb. 2. Für diese Lage lautet die Gleichgewichtsgleichung[2]:

$$q\,l\cos\alpha = W\,e_1\sin\alpha + (L + G + q)\,e_2\sin\alpha\,.$$

In dem Klammerausdruck $(L + G + q)$ kann q als relativ sehr klein vernachlässigt werden. Für G wird $G = i\,L$ eingesetzt:

$$q\,l\cos\alpha = W\,e_1\sin\alpha + (1 + i)\,L\,e_2\sin\alpha\,,$$

$$q\,l = W\,e_1\,\mathrm{tg}\,\alpha + (1 + i)\,L\,e_2\,\mathrm{tg}\,\alpha\,;$$

[1] Streng genommen gehören die Waagschalen nicht zum Balken sondern zu L bezw. G, da sie nicht fest mit dem Balken verbunden sind, sondern ebenso wie L und G an den Schneiden hängen. Ihr Gewicht ist aber so gering, daß sie der einfacheren Rechnung halber zum Balken W gerechnet werden können, ohne daß man einen merklichen Fehler begeht.

[2] Vergl. Carl Schenck: „Herleitung von Konstruktionsregeln für gangbare Waagenarten", Darmstadt 1896, Selbstverlag.

da α sehr klein ist, kann $\operatorname{tg}\alpha = \sin\alpha = \frac{m}{l}$ gesetzt werden, wobei m der senkrechte Weg der Gewichtschneide B ist.

$$q\,l = W\,e_1 \frac{m}{l} + (1+i)\,L\,e_2 \frac{m}{l},$$

$$m = q \frac{l^2}{W\,e_1 + (1+i)\,L\,e_2}.$$

Die absolute Empfindlichkeit eines Balkens für ein bestimmtes Übergewicht q ist also um so größer,

1. je größer l ist,		4. je kleiner e_1 ist	
2. „ kleiner W ist,		5. „ „ e_2 „	
3. „ „ i „		6. „ „ L „	

Die allgemeine Gleichung für die Dauer einer vollen Schwingung eines physischen Pendels, wie ihn ein Waagebalken darstellt, lautet:

$$t = 2\,\pi \sqrt{\frac{\text{Trägheitsmoment}}{\text{statisches Moment} \times \text{Fallbeschleunigung}}}.$$

Ist W das Balkengewicht und ϱ der Trägheitshalbmesser, so ist das Trägheitsmoment $W\varrho^2$, das statische Moment $W e_1$. Für den unbelasteten Balken lautet demnach die Schwingungsgleichung:

$$t = 2\,\pi \sqrt{\frac{W\,\varrho^2}{W\,e_1\,g}} = 2\,\pi \sqrt{\frac{\varrho^2}{e_1\,g}}.$$

Hieraus ergibt sich

$$\varrho^2 = \frac{t^2\,e_1\,g}{4\,\pi^2}.$$

Aus dieser Formel kann nach Beobachtung der Schwingungsdauer des unbelasteten Balkens der Trägheitshalbmesser ϱ ermittelt werden.

Für den belasteten Balken heißt die Formel:

$$t = 2\,\pi \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{W\,\varrho^2 + L\,a^2 + G\,l^2}{W\,e_1 + (1+i)\,L\,e_2}}.$$

Wird $\frac{a}{l} = \frac{G}{L} = i$ eingeführt, so erhalten wir

$$t = 2\,\pi \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{W\,\varrho^2 + (1+i)\,L\,i\,l^2}{W\,e_1 + (1+i)\,L\,e_2}};$$

t ist um so größer:

1. je größer ϱ ist	
2. „ „ i „	5. je größer W ist[4])
3. „ „ l „	6. „ kleiner e_1 „
4. „ „ L „ [3])	7. „ „ e_2 „ .

Bei den nachstehenden Versuchen wurde nur der Einfluß von e_1, e_2 und L auf Empfindlichkeit und Schwingungsdauer untersucht. Das Zusatzgewicht q blieb bei allen Versuchen 10 g.

1. Versuchsreihe:

e_1 veränderlich,

$L = 0$ g, $q = 10$ g.

Der Balkenschwerpunkt S_1 wurde dadurch verändert, daß das Gewicht V_0, Abb. 1, in drei verschiedene Höhenlagen gebracht wurde. Es wurden drei Lagen von S_1 gewählt:

1. $e_1 = 2{,}3$ mm,
2. $e_1 = 5{,}0$ mm,
3. $e_1 = 7{,}5$ mm.

Zahlentafel 1
Balken unbelastet $L = 0$ g

	e_1 mm	m' mm [5])	m mm [6])	t s
a	+2,3	44	37,7	10
b	+5	19,5	16,7	6,8
c	+7,5	13,5	11,6	5,5

[3]) Hierfür ist Voraussetzung, daß $i\,l^2 > e_2$; dies trifft praktisch immer zu, da e_2 höchstens einige wenige Millimeter groß sein kann, während l mindestens einige Zentimeter lang ist.

[4]) Die Voraussetzung $\varrho > e_1$ trifft aus den gleichen Gründen wie bei [3]) praktisch immer zu.

[5]) m' = Ausschlag am Zeiger } vergl. Abb. 2.
[6]) m = „ an der Schneide }

Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 1 angegeben. Für $L = 0$ nehmen die beiden Hauptgleichungen folgende Formen an:

$$m = \frac{q\,l^2}{W\,e_1}$$

$$t = 2\,\pi\,\varrho \sqrt{\frac{l}{g\,e_1}}.$$

Für einen bestimmten Balken mit den Unveränderlichen

$$c_1 = \frac{l^2}{W}$$

und

$$c_2 = 2\,\pi\,\varrho \sqrt{\frac{l}{g}}$$

gelten demnach folgende Gesetze:

Empfindlichkeit verhältnisgleich $\frac{c_1}{e_1}$,

Schwingungsdauer „ $c_2 \sqrt{\frac{1}{e_1}}$.

Führen wir den Begriff der Schwingungszahl in 1 s $z = 1/t$ ein und setzen $\frac{1}{c_2} = c_3$, so ergibt sich das Gesetz:

Die Schwingungszahl z ist verhältnisgleich $c_3 \sqrt{e_1}$.

Wenn e_1 zunimmt, nimmt die Empfindlichkeit ab, die Schwingungzahl zu.

Rechnerische Nachprüfung des Versuches 1a

$$e_1 = 2{,}3;$$

$$m = \frac{10 \cdot 90\,000}{10\,514 \cdot 2{,}3} = 37{,}2 \text{ mm}$$

(der Versuch ergab 37,7 mm).

Aus der obengenannten Formel

$$\varrho^2 = \frac{t^2\,e_1\,g}{4\,\pi^2}$$

wird der Trägheitshalbmesser ϱ ermittelt zu:

$$\varrho^2 = \frac{10^2 \cdot 2{,}3 \cdot 9810}{4\,\pi^2},$$

$$\varrho = 239 \text{ mm}.$$

2. Versuchsreihe:

e_2 veränderlich,

$L = 20\,000$ g, $q = 10$ g, $e_1 = 2{,}3$ mm.

Beim Versuch 2a befand sich die Mittelschneide 0,29 mm unter der Verbindungslinie der beiden anderen Schneiden; beim Versuch 2b 0,13 mm über der Verbindungslinie. Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 2 angegeben.

Zahlentafel 2. $L = 20\,000$ g

	e_2 mm	m' mm	m mm	t s
a	+0,29	32	27,4	15,7
b	−0,13	56	48	19,1

Für einen bestimmten Balken mit den Unveränderlichen

$c_1 = l^2$, $c_2 = W\,e_1$, $c_3 = (1+i)\,L$, $c_4 = g\,W\,e_1$,
$c_5 = (1+i)\,g\,L$ und $c_6 = 4\,\pi^2\,[W\,\varrho^2 + (1+i)\,L\,i\,l^2]$

gelten demnach folgende Gesetze:

Die Empfindlichkeit ist verhältnisgleich $\frac{c_1}{c_2 + c_3\,e_2}$,

die Schwingungszahl verhältnisgleich $\sqrt{\frac{c_4 + c_5\,e_2}{c_6}}$.

Wenn e_2 zunimmt, nimmt die Empfindlichkeit ab, die Schwingungszahl zu.

Rechnerische Nachprüfung des Versuches 2b

$$e_2 = -0{,}13 \text{ mm};$$

$$m = \frac{10 \cdot 90\,000}{10\,514 \cdot 2{,}3 - 30\,000 \cdot 0{,}13} = 44{,}4 \text{ mm}$$

(der Versuch ergab $m = 48$ mm).

3. Versuchsreihe:

L veränderlich,

$e_1 = 2{,}3$ mm, $e_2 = 0{,}29$ mm, $q = 10$ g.

Der Balken wurde nacheinander mit 0, 5000, 10 000 und 20 000 g belastet, Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3

$e_2 = +0{,}29$ mm $e_1 = +2{,}3$ mm

	L g	m' mm	m mm	t s
a	0	44	37,7	10,0
b	5 000	38,8	33,2	12,0
c	10 000	36,7	31,4	13 6
d	20 000	32	27,4	15,7

Für einen bestimmten Balken mit den Unveränderlichen

$$c_1 = l^2,\ c_2 = W e_1,\ c_3 = (1+i)\, e_2,\ c_4 = g\, W e_1,$$
$$c_5 = g(1+i)\, e_2,\ c_6 = 4\pi^2 W \varrho^2 \text{ und } c_7 = 4\pi^2 (1+i)\, i\, l^2$$

gelten demnach folgende Gesetze:

Die Empfindlichkeit ist verhältnisgleich $\frac{c_1}{c_2 + c_3 L}$,

die Schwingungszahl verhältnisgleich $\sqrt{\frac{c_4 + c_5 L}{c_6 + c_7 L}}$.

Da e_2 immer sehr klein ist, so ist c_7 immer größer als c_5. Mit wachsendem L nimmt also der Ausdruck $\sqrt{\frac{c_4 + c_5 L}{c_6 + c_7 L}}$ ab.

Wenn L zunimmt, sinkt die Empfindlichkeit und die Schwingungszahl.

Rechnerische Nachprüfung des Versuches 3d

$$m = \frac{10 \cdot 90\,000}{10\,514 \cdot 2{,}3 + 30\,000 \cdot 0{,}29} = 27{,}4$$

(der Versuch ergab auch $m = 27{,}4$).

$$t^2 = \frac{4 \cdot 9{,}87}{9810} \cdot \frac{10\,514 \cdot 57\,250 + 0{,}75 \cdot 20\,000 \cdot 90\,000}{10\,514 \cdot 2{,}3 + 30\,000 \cdot 0{,}29},$$

$t = 15{,}5$ s

(der Versuch ergab $t = 15{,}7$ s).

II. Zusammengesetzte Waage

Die gesamte Empfindlichkeit t und die Schwingungsdauer einer zusammengesetzten Waage, Abb. 3, sind abhängig:

A) von der Empfindlichkeit und Schwingungsdauer des Oberbalkens,
B) von der Empfindlichkeit und Schwingungsdauer des Unterbalkens,
C) von dem Anzug der Zugstange,
D) von dem Ansteigen des Unterbalkens.

A) Die Empfindlichkeit und Schwingungsdauer des Oberbalkens allein ist im vorigen Abschnitt behandelt.

B) Der Einfluß der Empfindlichkeit des Unterbalkens auf die Gesamtempfindlichkeit.

Zunächst wurde wieder der Oberbalken (dessen Werte für e_1 und e_2 verändert worden waren) allein bei einer Belastung von 0 und 200 kg auf seine Empfindlichkeit und

Zahlentafel 4

			2 kg		200 kg	
			m mm	t s	m mm	t s
a	Oberbalken allein		14	19	6,7	22,5
b	Unterbalken allein	$E_1 = +2$ mm	29	20	—	—
c		+ 10,5	5	9	—	—
d	Oberbalken mit Unterbalken	+ 10,5	8,5	15,8	5,2	18,8
e		+ 2	12,5	18,8	6,5	21,0
f		— 6,4	30	29,0	8,2	24,8

Abb. 3
Zusammengesetzte Waage

Schwingungsdauer untersucht, Zahlentafel 4 a. Der Unterbalken, der so ausgeglichen ist, daß sein Schwerpunkt bei einer Belastung von 0 kg in das Lot durch M, Abb. 3, fällt, trägt ein senkrecht verschiebbares Gewicht V_u, dessen Stellung den Abstand E_1 des Unterbalkenschwerpunktes U_1 vom Drehpunkt M beeinflußt. Es wurden drei Lagen von E_1 gewählt:

1) $E_1 = -$ 6,4 mm bei höchster Stellung des Verschiebegewichts V_u.
2) $E_1 = +$ 2 mm „ mittlerer „
3) $E_1 = +10{,}5$ mm „ tiefster „

Der Unterbalken wurde nun bei einer kleinen Belastung von 2 kg auf seine Empfindlichkeit und Schwingungsdauer untersucht, zunächst einmal bei $E_1 = +2$ mm, Zahlentafel 4 b, und dann bei $E_2 = +10{,}5$ mm, Zahlentafel 4 c. Dann wurde der Oberbalken eingehängt und die gesamte Empfindlichkeit der Waage bei den drei verschiedenen Höhenlagen des Unterbalkenschwerpunktes untersucht, Zahlentafel 4 d, e und f. Vergleicht man zunächst bei mittlerer Schwerpunktlage $E_1 = +2$ mm und 2 kg Belastung die Empfindlichkeit des Oberbalkens allein mit der der gesamten Anordnung, so zeigt sich, daß die Empfindlichkeit durch Anhängen des Unterbalkens nur wenig gesunken ist, nämlich von 14 auf 12,5 mm, also um etwa 10 vH, bei 200 kg Belastung auch nur sehr wenig, nämlich von 6,7 auf 6,5 mm, also um rd. 3 vH. Ebenso wurde die Schwingungsdauer auch nur gering beeinflußt. Sie fiel bei 0 kg Belastung von 19 nur auf 18,8 s, bei 200 kg von 22,5 auf 21 s.

Wird nun der Unterbalkenschwerpunkt um ein beträchtliches Stück gesenkt, nämlich auf den Wert $E_1 = +10{,}5$ mm, so sinkt die Empfindlichkeit des Unterbalkens allein sehr stark, nämlich von 29 auf 5 mm, also auf etwa $^1/_6$, die Schwingungsdauer fällt von 20 auf 9 s, Zahlentafel 4 b und c. Wird nun der Oberbalken angehängt, so sinkt die Gesamtempfindlichkeit der Waage gegenüber der des Oberbalkens allein wohl auch, aber lange nicht so stark wie die eben erwähnte Empfindlichkeit und Schwingungsdauer des Unterbalkens. Die Empfindlichkeit der gesamten Anordnung sinkt nämlich nur von 12,5 auf 8,5 mm, die Schwingungsdauer nur von 18,8 auf 15,8 s.

Wird aber der Schwerpunkt des Unterbalkens über seine Drehachse gehoben, nämlich auf $E_1 = -6{,}4$ mm, so daß der Unterbalken für sich ohne Belastung im labilen Gleichgewicht ist, so wird beim Anhängen des Oberbalkens die Gesamtempfindlichkeit und Schwingungsdauer erhöht.

Ich fasse zusammen: Die Empfindlichkeit des Oberbalkens wird durch Anhängen eines Unterbalkens verkleinert, wenn der Unterbalken für sich im stabilen Gleichgewicht ist, dagegen vergrößert, wenn der Unterbalken für sich im labilen Gleichgewicht ist. Der Einfluß einer Schwerpunktveränderung des Unterbalkens auf die Gesamtempfindlichkeit ist aber lange nicht so groß wie ihr Einfluß auf den Unterbalken allein; nach Brauer[7]) nimmt dieser Einfluß mit dem Quadrat der Übersetzung ab.

Im oben besprochenen Falle waren zwei Hebel, nämlich Unter- und Oberbalken, hintereinandergeschaltet;

[7]) Vergl. Brauer-Lawaczeck, „Die Konstruktion der Waage" Leipzig 1906, B. F. Voigt.

Zahlentafel 5

Anzug der Zugstange in der Oberbalkenebene

Anzug der Zugstange in mm		−20	−10	−5	±0	+3	+5	+10	+20
$L = 2$ kg	m' mm	9,5	10,7	—	12,5	—	—	14,5	16,5
$L = 200$ kg		1,2	1,6	2,5	4,8	6,7	13,0	labil	labil
$L = 2$ kg	m mm	8,2	9,2	—	10,7	—	—	12,4	14,2
$L = 200$ kg		1,0	1,4	2,1	4,1	5,8	11,2	labil	labil
$L = 2$ kg	t . . . s	17,2	18	—	19,2	—	—	20,5	20,7
$L = 200$ kg		8,6	10,5	13,2	17,7	20,5	32	labil	labil

durch Hintereinanderschalten von drei oder vier Hebeln, wie es z. B. bei Gleiswaagen üblich ist, wird noch eine viel höhere Übersetzung erzielt. Wenn daher schon der unmittelbar mit dem Oberbalken verbundene Unterbalken bezüglich seiner Schwerpunktlage nur einen geringen Einfluß auf die Gesamtempfindlichkeit der Waage hat, so gilt dies erst recht für einen hinter den Unterbalken geschalteten dritten oder vierten Hebel; diese sind praktisch bezüglich ihrer Schwerpunktlage ohne jeden Einfluß auf die Gesamtempfindlichkeit der Waage.

C) Anzug (Schrägstellen) der Zugstange

Die 800 mm lange Zugstange wurde in der Ebene senkrecht zur Oberbalkenschneide aus ihrer senkrechten Richtung herausgeschwenkt, so daß ihr unterer Punkt, gemessen an der Vorderschneide des Unterbalkens, einen Weg von $s = -20$ mm nach links und $s = +20$ mm nach rechts beschrieb, Abb. 3. In einer ganzen Reihe von Stellungen der Zugstange wurden nun Empfindlichkeit und Schwingungsdauer der Anordnung bei 2 kg und 200 kg Belastung beobachtet. Die Ergebnisse zeigt Zahlentafel 5. Wir erkennen, daß Empfindlichkeit und Schwingungsdauer abnehmen, wenn die Zugstange so gedreht wird, daß sie einen stumpfen Winkel mit dem Oberbalken bildet. Der Einfluß ist bei 200 kg Belastung weit größer als bei 2 kg Belastung. Wird dagegen die Zugstange nach der andern Seite gedreht, so daß sie mit dem Oberbalken einen spitzen Winkel bildet, so nimmt die Empfindlichkeit und die Schwingungszahl zu. Die Waage wird bei 2 kg Belastung langsam, bei 200 kg sehr schnell labil.

Wir erkennen daraus, daß die Verdrehung der Zugstange in ihrer Wirkung einer Veränderung von e_2 gleichkommt. Dies wird durch die folgende Überlegung noch klarer:

In Abb. 4 seien die parallelen Kräfte L und G im Gleichgewicht, e_2 sei $= 0$. Wird die Zugstange im Sinne von Abb. 5 um den Winkel α aus ihrer senkrechten Lage gedreht, so tritt wieder Gleichgewicht ein, wenn G ein wenig verändert wird. Wir können nun, ohne am Gleichgewicht etwas zu ändern, den Hebelarm a samt seiner Kraft L um den Drehpunkt O so lange drehen, bis L wieder parallel G wird. Die Resultierende von L und G hat ihren Angriffspunkt im Schnittpunkt der Verbindungslinie der Angriffschneiden von L und G mit der Senkrechten durch O. Wir erhalten jetzt ein positives e_2, während vorhin $e_2 = 0$ war. Die Verdrehung der Zugstange im Sinne eines stumpfen Winkels φ wirkt also tatsächlich genau so, als wenn e_2 durch Veränderung der Schneidenhöhen vergrößert worden wäre. Ebenso hat nach Abb. 6 eine Verdrehung der Zugstange im Sinne eines spitzen Winkels φ den gleichen Einfluß, wie wenn e_2 negativ würde.

Abb. 4
Zugstange ohne Anzug

Bezeichnen wir diese ideelle Vergrößerung von e_2 mi[t] e_2', so läßt sich die Größe von e_2' aus a, l und Winkel [α] ermitteln nach der Formel:

$$e_2' = \frac{a\,l \sin\alpha}{a \cos\alpha + l}.$$

Im vorliegenden Fall ist $a = 150$ mm, $l = 300$ mm.

Für eine Zugstangenverstellung von $s = 20$ mm un[d] eine Zugstangenlänge von 800 mm berechnet sich e_2' aus:

$$\sin\alpha = \frac{20}{800} = 0{,}025\,,$$

$$\alpha = 1°\,24'\,,$$

$$\cos\alpha = 0{,}9997 = \text{angenähert } 1;$$

$$e_2' = \frac{150 \cdot 300 \cdot 0{,}025}{450} = 2{,}5 \text{ mm}\,.$$

In diesem Falle hat also eine Verstellung der Zug[-]stange um $s = -20$ mm die gleiche Wirkung wie ein[e] Vergrößerung von e_2 um den Betrag $e_2' = 2{,}5$ mm. 1 mm Verstellung entspricht also einer Erhöhung von S_2 u[m] 0,125 mm. Eine Übersicht über die zugehörigen Wert[e] von s und e_2' gibt Zahlentafel 6.

Zahlentafel 6

Stellung der Zugstange

s mm	$\measuredangle\,\alpha$	e_2' mm
20	84′	2,5
10	42′	1,25
5	21′	0,62
4	16,8′	0,50
3	12,6′	0,37
0	0	0

Abb. 5
Zugstange mit negativem Anzug

Abb. 6
Zugstange mit positivem Anzug

Genauigkeitsänderung durch Schrägstellen der Zugstange

Beim Schrägstellen der Zugstange muß die Größe von G je nach dem Drehsinn der Zugstange verkleinert oder vergrößert werden, damit das Gleichgewicht erhalten bleibt. Für die Belastung $L = 200$ kg wurden für verschiedene Zugstangenlagen s die zugehörigen Werte von G ermittelt, die auf die Gewichtschale gebracht werden müßten, um Gleichgewicht zu erzielen, Zahlentafel 7.

Zahlentafel 7
Genauigkeitsversuch bei Anzug der Zugstange

Anzug der Zugstange mm		− 25	− 20	− 10	± 0	+ 4
$L =$ 200 kg	Auf der Gewichtschale liegen g	10 525	10 524	10 522	10 520	10 518,8

D) Ansteigen des Unterbalkens

Im allgemeinen liegen die Schneiden des Unterbalkens in einer wagerechten Ebene, wenn sich die Waage im Gleichgewicht befindet. Liegt die Vorderschneide N des Unterbalkens, Abb. 3, in der Gleichgewichtslage höher als die hintere Schneide M, so sagt man, der Unterbalken hat „Steigung“ oder „Anstieg“.

Zahlentafel 8 zeigt die Ergebnisse einer Versuchsreihe, bei der einmal bei einem wie bisher wagerecht liegenden Unterbalken Empfindlichkeit und Schwingungsdauer bei 50 und 100 kg untersucht wurden, dann unter sonst gleichen Verhältnissen bei einem Unterbalken, der einen Anstieg $u = 10$ mm (an der Vorderschneide gemessen) erhielt, indem die Zugstange um 10 mm verkürzt wurde. Im letzteren Falle zeigen Empfindlichkeit und Schwingungsdauer eine geringe Abnahme gegenüber ihren Werten bei wagerechten Unterbalken. [B 759]

Zahlentafel 8

Anstieg	$L = 50$ kg		$L = 100$ kg	
	m'	t	m	t
mm	mm	s	mm	s
0	34,5	11,2	30,5	12
10	33	11,0	29,2	11,1

Zu dem Stand der derzeitigen Erkenntnis von der Notwendigkeit der Werkstattätigkeit für den werdenden Maschineningenieur

Von C. Bach, Stuttgart

Auf diesen Stand wirft der folgende Brief der Firma Robert Bosch A.-G. in Stuttgart vom 12. Dezember 1927 an mich ein eigenartiges Licht:

„Wir haben im April d. J. zum erstenmal zwölf Praktikanten eingestellt. Unser Ausbildungsplan ist zugeschnitten auf zwölf Praktikanten. Er sieht allerdings eine Praktikantenzeit von 1½ Jahren vor, wovon die ersten zwölf Monate bei uns absolviert werden sollen, während das dritte Halbjahr in einer Gießerei und Maschinenfabrik zugebracht werden soll.

Wir machen nun in diesem Herbst die Erfahrung, daß wir schwer tun, für nächstes Frühjahr wieder zwölf Praktikanten zu finden, obwohl wir nachweisen können, daß die jungen Leute bei uns eine praktische Ausbildung erhalten, wie sie ihnen in dieser wohlüberlegten Gründlichkeit und Sorgfalt nicht überall geboten wird. Wir hören von allen Seiten, daß der Grund für die Zurückhaltung der jungen Leute in den 1½ Jahren zu suchen sei. Die meisten wollen nach dem Abitur das Sommerhalbjahr als Praktikant irgendwo arbeiten und dann im Herbst auf die Hochschule. Das zweite Halbjahr, das die Hochschule verlangt, wird dann so nach und nach abgedient.

Aus dieser ziemlich allgemeinen Praxis geht hervor, daß den jungen Leuten immer noch nicht bewußt ist, von wie großer Bedeutung, heute noch mehr als früher, eine längere praktische Ausbildung und Werkstattarbeit für den angehenden Ingenieur einmal ist. Wir sehen es ja in unsern eigenen Werken, wie schwer, ja fast unmöglich es ist, wenn es sich nicht gerade um Laboratoriumsarbeit handelt, einen jungen Diplomingenieur gleich etwas Richtiges werden zu lassen, weil fast allen, die von der Hochschule kommen, die nötige Werkstattpraxis abgeht.

Es scheint auch, daß manchen Vätern erst recht unbekannt ist, daß der Zeitverlust, der ihren Söhnen durch mehr praktische Arbeit entsteht, später sich als reichlicher Gewinn erweist.

Zur Aufklärung der Väter und Schüler sollte einmal aus berufener Feder in Tageszeitungen der Wert, ja die Notwendigkeit möglichst ausgedehnter praktischer Arbeit dargetan werden. Man sollte den Leuten einmal rund heraus sagen, daß ein Ingenieur mit dem bißchen Praxis, die er heute unbedingt haben müsse, nach dem Studium sehr schwer täte, in einem modernen Betrieb Stellung zu finden und daß gerade die neuzeitlichen Großbetriebe von den Hochschülern mehr Werkstattpraxis als das als Minimum vorgeschriebene Jahr verlangen.

Ich wüßte keine berufenere Feder, sehr verehrter Herr Staatsrat, als die Ihrige, und habe mir deshalb erlaubt, zunächst einmal Ihnen diese Anregung vorzutragen mit der ergebenen Bitte um wohlwollende Erwägung.“

Meine Stellungnahme in der Sache ist bekannt. Bereits im Vorwort zur 1. Auflage meiner „Maschinenelemente“ vom Oktober 1880 (also vor rd. 47 Jahren) habe ich mich entschieden für eine mindestens zweijährige Werkstattätigkeit vor dem Studium ausgesprochen. Dieses Vorwort ist in allen späteren Auflagen, also in vielen Tausenden von Exemplaren abgedruckt worden unter Hinzufügung von ergänzenden Fußbemerkungen, betreffend die Werkstattätigkeit.

Man sollte es namentlich im Hinblick auf die Entwicklung des Maschinenbaues seit dem Kriege kaum für möglich halten, daß die Abneigung der jungen Männer, die Maschineningenieure werden wollen, gegen die Werkstattätigkeit noch in solchem Maße vorhanden ist, wie der obige Brief erkennen läßt. Für diesen irrtümlichen Zug der jungen Generation darf aber nicht die letztere allein verantwortlich gemacht werden. Die Jugend ist in hohem Maße das Produkt der Verhältnisse, unter denen sie aufwächst. Die Geringschätzung der Werkstattätigkeit, d. h. der Erfahrung, und die Überschätzung des Schulwissens ist ein Erbstück von der älteren Generation, dessen Wirksamkeit unterstützt wird durch die Abneigung gegen körperliche Anstrengung und durch irrtümliche Einschätzung der Arbeitertätigkeit.

Das spricht deutlich für die Notwendigkeit, daß der Verein deutscher Ingenieure wieder einmal die Frage der Ausbildung der Maschineningenieure in die Hand nimmt, und zwar nicht bloß der Werkstattätigkeit wegen, sondern in bezug auf alle Fragen der Ingenieurausbildung. Hierzu anzuregen, ist der Zweck dieser Zeilen. [B 1091]

Der Hindenburgdamm

(Bahnlinie Niebüll—Westerland)

Von Kümmel, Direktor bei der Reichsbahn, Altona

Entstehung der Insel Sylt — Tiefen und Strömungen im Wattenmeer — Querschnitt des Dammes — Bauvorgang: Auf der Südseite Spundwand, auf der Nordseite Buschdämme, zwischen beiden Einspülen von Wattenmeerboden, darüber Aufbringen von Trockenboden, Befestigung der Böschungen im unteren Teil mit Basaltpflaster, im oberen mit Grassoden — Gewinnung neuen Marschlandes durch Anschlickung — Hinweis auf ähnliche Dämme

Abb. 1
Fertiger Damm mit dem Eröffnungszuge

Am 1. Juni 1927 ist die Bahnlinie Niebüll-Westerland, die auf 11 km Länge durch das Wattenmeer der schleswigschen Westküste führt, in Gegenwart des Reichspräsidenten von Hindenburg dem Verkehr übergeben worden. Der Wattenmeerdamm erhielt bei dieser Gelegenheit von dem Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Dr. Dorpmüller den Namen „Hindenburgdamm", Abb. 1.

Abb. 2
Bahnstrecke Klanxbüll–Morsum–Westerland (Sylt) mit dem Hindenburgdamm

Das Wattenmeer der schleswigschen Westküste ist nach der heute geltenden wissenschaftlichen Lehre durch Senkung alten Festlandbodens unter den Spiegel der Nordsee entstanden. Die höher gelegenen Teile blieben als Geestrücken auf dem Festland oder als Inseln zurück. So wurde auch Sylt, das bis nach den Eiszeiten mit dem Festland in Verbindung stand, zu einer Insel, Abb. 2.

Im Wattenmeer erhebt sich die gewöhnliche Flut 1,8 m über den gewöhnlichen Ebbespiegel. Bei Hochwasser sind im allgemeinen Wassertiefen bis zu 3 m vorhanden, während bei Niedrigwasser an den tiefsten Stellen nur eine Wassertiefe von etwa 1 m verbleibt und ein großer Teil des Meeres trockenfällt. Bei Weststürmen kann der Wasserstand bis zu 3,5 m über den gewöhnlichen Hochwasserstand ansteigen. Das Wattenmeer bildet dann eine reißende See mit starkem Wellenschlage.

An der schmalsten, 11 km breiten Stelle des Wattenmeeres, auf einer von der Halbinsel Nösse (Sylt) nach Osten verlaufenden Linie treffen die von Hörnum und List einlaufenden Flutwellen zusammen. Bei der gegebenen Gestaltung des Wattenmeeres konnte nur diese flache und schmale Stelle des Wattenmeeres für den Übergang der Bahn in Aussicht genommen werden.

Der Querschnitt des Dammes im Wattenmeer ist dem eines nach beiden Seiten kehrenden Seedeiches nachgebildet, Abb. 3. Von der Sohle beginnend ist der untere Teil der Böschungen bis zur Höhe + 3,0 über NN, d. i. 2,15 m über dem gewöhnlichen Hochwasser, 1 : 1½ geneigt und mit einer 30 cm dicken Basaltpflasterung auf 20 cm Grandunterbettung gegen Angriffe durch Wellenschlag geschützt. Bis zur Höhe + 3,78 über NN erhalten die Böschungen eine Neigung 1 : 8. Diese flachen Böschungen sind je nach der Stärke des zu erwartenden Wellenangriffs in 4 bis 5 m Breite noch mit Basaltpflaster geschützt, das bei Sturmfluten das Aufschlagen der überkippenden Wellen aufnehmen kann. Der obere Teil des Dammes erhielt 1 : 3 geneigte Böschungen, die mit Grassoden befestigt wurden. Der Damm ist in Kronenhöhe 11, an der Sohle rd. 50 m breit.

Mit dem Bau des Bahndammes durch das Wattenmeer wurde im Frühjahr 1923 von der Festlandseite aus begonnen, nachdem zuvor die Festlandstrecke der Bahn von

Abb. 3. Querschnitt des Hindenburgdammes im Wattenmeer

Niebüll bis Klanxbüll fertiggestellt und bei Klanxbüll im Schutze des Seedeichs ein umfangreicher Werk- und Lagerplatz angelegt war. Nach verschiedenen Versuchen ist man zu dem im folgenden beschriebenen Bauverfahren gekommen.

Zunächst wurde an der Südseite der Dammlinie vom Festlande aus eine hölzerne Spundwand gerammt, die 0,5 m über Mittel-Hochwasser ragte und an beiden Seiten mit Pfahlreihen abgestützt wurde, Abb. 4.

Die Pfahlreihen trugen ein Gleis von 90 cm Spurweite, das zum beiderseitigen Einschütten der Spundwand mit Granitsteinen mittels Stahlmulden-Kippwagen von 2 m³ Inhalt diente. Lokomotiven von 30 PS mit nur 7 t Dienstgewicht, eigens zum Steintransport auf der Spundwand gebaut, konnten bis zu 15 beladene Stahlmulden-Kippwagen von 2 m³ Inhalt befördern.

Bei dem Durchbauen der ersten der in den Meeresboden eingerissenen Rinnen, des Oster-Ley, verstärkte sich die Strömung infolge Einschränkung des Durchflußprofils so, daß vor dem Kopf der Spundwand Kolke bis zu 7 m Tiefe unter Niedrigwasser entstanden. An Stelle der sonst erforderlichen 4 bis 6 m langen hölzernen Spundbohlen mußten hier eiserne Spundbohlen bis zu 12 m Länge verwendet werden. Deshalb war es 1924 nur möglich, die Spundwand auf 3 km Länge vom Festlande aus vorzutreiben.

Diese Arbeiten brachten aber genügende Erfahrungen, um den Bau der Spundwand 1925 auch von der Inselseite aus beginnen zu können. Wenn beim Weiterbau der Spundwand die Strömung vor Kopf so stark anschwoll, daß Auskolkungen des Wattbodens ähnlich wie bei dem Oster-Ley zu entstehen drohten, hat man Wehröffnungen in der Spundwand offen gelassen, durch welche die Flut- und Ebbeströmungen nach Sicherung der Wattsohle durch eine bis auf Niedrigwasser geschlagene Spundwand und durch starke Steinschüttungen unschädlich hindurchgelassen wurde. Die Wehröffnungen waren je nach der Stärke der Strömung 50 bis 200 m lang. Durch dieses Verfahren gelang es, die von beiden Dammenden nach der Mitte zu gerammten Spundwände schnell vorwärts zu treiben, ohne daß gefährliche Auskolkungen entstanden.

Im September 1925 wurden die vom Festland und von der Insel vorgetriebenen Spundwände zusammengeschlossen. Die Steinschüttung mußte dem Vorbau der Spundwand unmittelbar folgen, weil sonst beim Einsetzen von Sturm die ungesicherten Spundwandteile umgeschlagen wären.

Zum Einschütten der Spundwand wurden 120 000 t Granitschüttsteine eingebracht. Für die Inselseite wurden die Steine von Husum aus auf dem Wasserwege herangefahren und an einer Ladebrücke gelöscht, mit zwei Portal-Dampfdrehkranen von 2,5 t Nutzlast in die Kippwagen umgeschlagen. Nach dem Schließen der Spundwand dienten Schütztafeln zum Abschluß der Wehröffnungen; diese Tafeln erhielten ebenfalls Steinschutz.

Der Spundwanddamm bildete nun auf der Südseite einen festen Wall, an dem sich die bei Sturm anrollenden Wellen brachen und der auch bei Überströmung durch Sturmfluten unbeschädigt blieb. Auf der Nordseite wurden 1 m hohe Buschdämme treppenförmig angeordnet. Im Schutze beider Anlagen hat man die unteren Schichten des eigentlichen Dammes im Spülbetrieb eingebracht. Drei schwimmende Eimerbagger mit einer Gesamtleistung von 1300 m³/h baggerten den erforderlichen Boden in Spülprähme an der Südseite des Dammes aus dem Watt. Schleppdampfer beförderten diese Prähme zu zwei an den festen Gerüsten liegenden Schutensaugern, deren Maschinen von je 1800 PS Leistung, den Boden unter Zusatz der 3- bis 5fachen Menge Wasser aus den Schuten sogen und mittels Rohrleitungen von 650 mm Dmr. und im allgemeinen bis zu 1200 m Länge in den Dammkörper spülten, Abb. 5.

Neben den großen Baggern hat man drei kleinere Eimerbagger für insgesamt 320 m³/h verwendet, die den Baggerboden einer eingebauten Spülpumpe zuführten. Diese Pumpe drückte den Boden unter Zusatz von Wasser mittels schwimmender Rohrleitungen von 500 bis 600 m Länge in den Dammkörper.

Die Bagger waren in Tag- und Nachtschichten tätig. Die beste Leistung der Naßbagger betrug in zwei elfstündigen Schichten 20 000 bis 22 000 m³ festen Boden.

Ende Juli 1926 waren die Spülarbeiten, von beiden Enden aus begonnen, zur Mitte hin beendet und der Damm bis zu 2 m über das gewöhnliche Hochwasser aufgehöht.

Abb. 4
Spundwandvortrieb bei Ebbe und Einschütten der Spundwand (schematisch)

Abb. 5
Einspülen von Wattenmeerboden in die unteren Schichten des Dammes (schematisch)

Die oberen Schichten des Dammes bestehen aus Boden, der mit Trockenbaggern auf dem Vorlande der Festlandküste und auf der Insel gelöst und mit Kippwagen in den Damm gefördert wurde.

An der Festlandseite waren drei Trockenbagger angesetzt, die nördlich des Dammes aus dem Vorlande an der dänischen Grenze im Schutze von Kajedeichen, die etwa 1,5 m über das gewöhnliche Hochwasser reichten, Kleiboden entnahmen. Der Kleiboden, der sich für Deichbauten gut eignet, ist auch für die Abdeckung der östlichen Dammstrecke verwendet worden.

Auf der Inselseite baggerten zwei Löffelbagger Sandboden aus dem Bahneinschnitt bei Morsum auf Sylt. Dieser Sandboden war nur für den Kern des oberen Dammteiles zu verwenden. Für die Abdeckung des Dammes war er ungeeignet, da die Sturmfluten ihn weggespült hätten. Den westlichen Teil des Dammes, dessen obere Schichten von der Insel Sylt aus zu schütten waren, hat man daher mit einer 1 m dicken Schicht aus festem Ton abgedeckt, den man einer besonderen, nach umfangreichen Bohrungen gefundenen Entnahmestelle auf der Halbinsel Nösse mit einem Bagger gewann.

Der Hindenburgdamm enthält 3 200 000 m³ Boden, der etwa zur Hälfte im Naßbaggerbetriebe, zur Hälfte im Trockenbaggerbetriebe eingebracht wurde. Der Trockenschüttung folgte unmittelbar die Befestigung der unteren Dammböschungen mit Basaltsäulenpflaster auf Grandunterlage von 3 bis 9 cm Korngröße. Die Bauverwaltung hat den Bau des Spundwanddammes, der Buschdämme, die Ausführung der Naßbagger- und Spülarbeiten im Eigenbetrieb ausgeführt. Die Trockenbaggerarbeiten waren an Unternehmer vergeben. Die Kosten des Dammes haben rd. 18 500 000 ℳ oder rd. 1700 ℳ für 1 m Damm ausschließlich des Oberbaues betragen.

Durch den Wattenmeerdamm, der für den Verkehr der Reichsbahn gebaut ist, sind am Festlande ruhige Buchten entstanden, in denen die von der Nordsee mitgeführten Schlick- und Sandmassen, die früher wegen der vorhandenen Strömungen größten Teils wieder fortgeschwemmt wurden, zur Ablagerung kommen. Schon während der Bauzeit machte sich die starke Anschlickung an der Festlandküste bemerkbar. Durch den Bau von Lahnungen und die Ausführung von Begrüppelungen wird die Anschlickung künstlich gefördert. Als erwünschte Nebenwirkung des Dammes ist daher zu erwarten, daß im Laufe weniger Jahrzehnte vom Festlande ausgehend in der Nähe des Dammes umfangreiche Flächen von Neuland entstehen, die nach Eindeichung fruchtbares Marschland bilden werden. Der Wattenmeerdamm wird daher voraussichtlich im Laufe der Zeit seine Eigenschaft als Seedamm verlieren und später von grünem Land umgeben sein.

Ähnliche Bauten sind, soweit bekannt, in dem Umfang des Hindenburgdammes bis jetzt noch nicht ausgeführt. Eine gewisse Ähnlichkeit ist mit dem von der Küste Nordhollands zur Insel Wieringen gebauten Damm festzustellen, der 2,5 km lang ist, eine Eisenbahn sowie Fahrstraße trägt, und einen Teil des allerdings weit größeren in der Ausführung begriffenen Planes zur Abdämmung der Zuider See bildet.

Es besteht ferner ein Plan, zur Verbindung der Insel Ceylon mit Indien, einen 21 km langen durch eine flache Seestrecke führenden festen Eisenbahndamm zu bauen. Auch dieser geplante Damm wird später dem Hindenburgdamm ähnlich sehen, wenn auch die im Entwurf vorgesehenen Querschnittabmessungen nur auf einen zu erwartenden geringen Wellenangriff schließen lassen.

[B 863]

Hochhaus für Kraftwagenstände

Die kürzlich erbaute Banville-Garage in Paris hat Einzelstände für 600 Wagen und ist damit von einer bisher in Frankreich ungebräuchlichen Bauart. Sie weist sieben Stockwerke auf, die für die Kraftwagenstände bestimmt sind, während das achte als Verkaufsraum und für Wagenausbesserungen dient und das neunte für gedeckte, sehr behaglich eingerichtete Tennisplätze Platz gibt.

Der Bau nimmt 3000 m² Grundfläche ein, die Stockwerke haben 3,5 m Höhe. Die leitenden Gesichtspunkte für den Bau waren: geschlossener Stand für jeden Wagen, dauernd genügender Bewegungsraum, Möglichkeit, jeden Wagen innerhalb seines Standes instandzuhalten und auszubessern.

Die Kraftwagenstände sind in sechs Größen für folgende Wagenabmessungen ausgeführt: 6,1 und 1,9 m, 5,2 und 1,85 m, 4,7 und 1,85 m, 4,5 und 1,65 m, 3,9 und 1,5 m, 3,6 und 1,37 m. Sie sind in zwei einander gegenüberliegende Reihen eingeteilt, die durch einen gemeinsamen Mittelgang getrennt sind. Die Breite der Gänge ergibt sich aus dem Wendekreisbogen der jeweiligen Wagengröße. Die Türen der Stände sind an Rundschienen aufgehängt und haben eine biegsame Füllung, die aus einem Eisendrahtnetz besteht. Beim Öffnen legt sich die Tür gegen die Seitenwand des Standes, beim Schließen wird sie in Bogenform um das Wagenende herumgeführt. Die Seitenwände sind also kürzer als der Wagen, so daß dieser bei geöffneter Tür teilweise hervortritt. Infolge der Biegsamkeit der Türen sind diese und die Wagen gegen Beschädigungen bei leichten Stößen geschützt. Da man die Verteilung nach Wagengrößen auf Grund von statistischen Unterlagen vorgenommen hat, die sich leicht ändern kann und nicht mit den jeweils untergestellten Wagen übereinzustimmen braucht, sind die Seitenwände aus verschieden langen Schienen mit beweglichen Füllungen aufgebaut, so daß man Länge und Breite schnell ändern kann. Diese Möglichkeiten sind natürlich durch die Stellung der Stützen begrenzt.

Als Baustoff für das Haus hat man Eisenbeton gewählt. Hierfür sprachen die Billigkeit, die Feuersicherheit und vor allem die Undurchlässigkeit gegen Wasser, da die Wände täglich mit etwa 100 m³ Wasser bespült werden. Die Gründung hat man von der der Nachbargebäude getrennt, um Risse in den Nebenmauern bei Verziehungen zu verhindern. Sie ruht zum Teil auf festen Tonschichten, zum Teil auf tonigen Sandschichten über Felsboden, und ist so tief geführt, daß die Möglichkeit offengehalten ist, ein weites und tiefes Sportschwimmbecken einzurichten.

Die Decken haben verschiedene Abmessungen, da die oberen Stockwerke leichtere Wagen aufnehmen als die unteren. Doch sind die Werkstätten und die Auffahrtrampen für die Aufnahme der schwersten Wagen entworfen.

Im zweiten Keller hat man eine Hauptstütze ausgelassen, um die Zufahrt bequemer zu gestalten. Ihre Belastung von 300 t nimmt ein Portal in Dreieckform auf, dessen Schenkel gerade sind, weil die Spannungen sich im gekrümmten Träger nicht aufnehmen ließen. Da der Boden unter dem Portal aus beweglichem Sand besteht, hat man die wagerechten Kräfte in einer Gurtung abgefangen, die die Grundlinie des Dreiecks bildet.

Zur Heizung des Gebäudes, die stündlich etwa 1500 kg Dampf braucht, dienen Hochdruckkessel. Eine eigene Turbinenanlage erzeugt elektrische Energie zur Unterstützung des Netzstromes und zu sonstigen Hilfszwecken. Jeder Stand hat Anschluß an eine Druckluftleitung. Jedes Stockwerk hat vier Wasseranschlüsse für Reinigungszwecke. Die Schlauchleitungen sind so bemessen, daß jeder Wagen in seinem Stand damit bearbeitet werden kann. Das Wasser, das einem Brunnen entnommen wird, wird in einen Hochbehälter von 120 m³ gehoben, von wo es mit genügendem Druck allen Stockwerken und allen Ständen zugeführt wird. Der Strom des Pariser Netzes wird hochgespannt einem Transformatorenraum zugeleitet und von dort verteilt. Der Betriebstoff wird allen Stockwerken mittels elektrisch angetriebener Pumpen zugeführt.

Die Stockwerke sind über die Auffahrtrampe zugänglich, auf der zwei Wagen einander bequem ausweichen können, da sie in der Geraden 5 m und in den Krümmungen 17 m breit ist, und außerdem über vier Aufzügen. Einer dient für beschädigte Wagen, einer für größere Werkzeug- und Werkstofflasten, einer für die Chauffeure und Arbeiter und einer für die Wagenbesitzer.

Alle Abteilungen des Hauses sind durch eine selbsttätige Fernsprechanlage verbunden. Alle Stockwerke enthalten Bäder, Warmwasserduschen und Aborte. Zu den Tennisplätzen gehören Gesellschaftsräume, Kleiderablagen, Ausschank- und Nebenräume. [„Le Génie Civil" Bd. 90 (1927) S. 449] [N 765]

Berlin Dr.-Ing. P. Reich

Versteifender Einfluß der Turbinenscheiben auf die Durchbiegung des Läufers

Von Dr.-Ing. Bruno Eck, Frankfurt a. M.

Bei Wellen mit einer großen Anzahl von Scheiben, z. B. Läufern von Dampfturbinen und Turbokompressoren, rufen unter Umständen die Scheiben eine Verstärkung der Welle hervor, die man nicht vernachlässigen kann. — Für aufgesetzte Scheiben wird in Anlehnung an den Balken auf nachgiebiger Unterlage eine Theorie entwickelt, die gestattet, den versteifenden Einfluß zu berechnen. Für einen aus dem Vollen gedrehten Läufer wurde die versteifende Wirkung durch Versuche der Frankfurter Maschinenbau A.-G. bestimmt

Die neuere Entwicklung des Dampfturbinenbaues zwingt immer mehr dazu, der mechanischen Berechnung der Maschine große Aufmerksamkeit zuzuwenden. Bei der Berechnung der vielen bis an die Grenze des Möglichen beanspruchten Bauteile kommt man nicht ohne schwierige mathematische Hilfsmittel aus. Schaufelschwingungen, Scheibenschwingungen, Durchbiegungen der Leiträder und der Welle sind einige Aufgaben, deren Behandlung im heutigen Turbinenbau unerläßlich sind. Die Gefahr, daß eine Turbine einmal mechanisch versagt, rechtfertigt bei den hohen Anschaffungskosten die manchmal umständlichen Rechnungen.

Abb. 1 Welle mit starrer Scheibe an der Stelle x

Hohe Betriebsicherheit und geringer Dampfverbrauch stellen im Turbinenbau oft einander entgegengesetzte Ansprüche. So wird zwar durch Verringerung der Schaufelspiele der Wirkungsgrad verbessert, die Betriebsicherheit aber, wie viele Beispiele gelehrt haben, verschlechtert. Der Einfluß der Ersten Brünner Maschinenfabriks-A.-G. hat trotzdem das Streben verstärkt, die Schaufelspiele zu verkleinern.

Die genaue Kenntnis der Wellendurchbiegung ist in mehrfacher Hinsicht erwünscht. In erster Linie ist durch sie die kritische Drehzahl festgelegt, die man bei Großdampfturbinen wohl selten überschreitet. Ferner bestimmt die Durchbiegung das Spiel der Dichtungsspitzen bei Gleichdruckstufen und bei den letzten Überdruckstufen das äußere Spiel der Radscheiben. Auch bei Turbokompressoren, die fast alle überkritisch laufen, ist die Kenntnis der kritischen Drehzahl und des zulässigen Spiels der Dichtungsspitzen wichtig.

Die folgende Studie soll zeigen, wie eine Reihe von Scheiben die Biegungssteifigkeit einer Welle beeinflußt. Hierbei werden zwei Fälle untersucht: eine Welle mit aufgeschrumpften Scheiben und ein aus dem Vollen gedrehter Läufer.

Allgemeines

Die Durchbiegung ermittelt man bis jetzt meist auf graphischem Wege. Man trägt über der Wellenachse die Belastungen auf und erhält hieraus die Momentenfläche. Den Unterschieden der Durchmesser trägt man Rechnung, indem man an den betreffenden Stellen die Momentenfläche entsprechend vergrößert oder verkleinert; diese sogenannte reduzierte Momentenfläche liefert mittels eines weiteren Seilpolygons die elastische Linie. Sind Radscheiben aufgesetzt, so vernachlässigt man gewöhnlich deren versteifende Wirkung, während man bei einem aus dem Vollen gedrehten Läufer das Trägheitsmoment an der Welle häufig als unendlich ansieht.

Eine Welle trage in der Entfernung x eine gewichtlose Scheibe von der Breite b, Abb. 1. Die elastische Linie der Welle würde ohne die Scheibe auf der Länge b eine Winkelabweichung $\Delta\varphi$ aufweisen, die durch das an der Stelle x herrschende Moment bestimmt ist. Durch die Scheibe wird dieser Winkel vermindert. Es stellt sich ein kleinerer Winkel $\Delta\varphi' = \varkappa\,\Delta\varphi$ ein. Hält man die linke Hälfte der Welle fest, so hebt sich das Auflager B um $x\,(\Delta\varphi - \Delta\varphi') = x\,\Delta\varphi\,(1-\varkappa) = x\,\overline{\Delta\varphi}$. Dies bedeutet an der Scheibe eine Verminderung der Durchbiegung um $x\,\overline{\Delta\varphi}\,\frac{l-x}{l}$.

In der Entfernung x' beträgt diese Verminderung $x\,\overline{\Delta\varphi}\,\frac{l-x'}{l}$.

Denken wir uns die Scheibe in x' und fragen nach der Verminderung der Durchbiegung in x, so erhalten wir

$$(l-x')\,\overline{\Delta\varphi}\,\frac{x}{l} = x\,\overline{\Delta\varphi}\,\frac{l-x'}{l},$$

also dasselbe.

Hieraus ergibt sich folgender Satz: Eine Scheibe, die an der Stelle x' eine Winkelverminderung $\overline{\Delta\varphi}$ bewirkt, vermindert die Durchbiegung an der Stelle x um dasselbe Maß, das in x' entsteht, wenn die Scheibe in x die gleiche Winkelverminderung hervorruft.

Bei der praktischen Wellenberechnung trägt man nach dem bisherigen üblichen Verfahren die elastische Linie auf, ohne den versteifenden Einfluß der Scheiben zu berücksichtigen, Abb. 2. Die Momentenlinie, die dazu notwendig ist, dividiert man durch JE, woraus

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\mathrm{d}\,\Delta\varphi}{\mathrm{d}\,x} = \frac{M}{JE}$$

entsteht. $\frac{M}{JE}$ ist die Winkeländerung auf die Längeneinheit. Um den Wert von $\Delta\varphi$ zu erhalten, muß man noch die Breite b einführen. $\frac{M}{JE}$ ist daher die sogenannte Einflußfunktion der Versteifung.

Um z. B. die Verminderung der Durchbiegung an der Stelle x' zu erhalten, hat man nach obigem

$$\overline{\Delta y} = \sum \frac{l-x'}{l}\,x\,(1-\varkappa)\,\Delta\varphi = (1-\varkappa)\,\frac{l-x'}{l}\sum_{i=1}^{n} x\,\Delta\varphi;$$

nun ist

$$\Delta\varphi = b\,\frac{\mathrm{d}\,\Delta\varphi}{\mathrm{d}\,x} = b\,\frac{M}{JE};$$

hiermit wird

$$\overline{\Delta y} = (1-\varkappa)\,\frac{l-x'}{l}\sum_{i=0}^{n}\left[x\,b\,\frac{M}{JE}\right],$$

was sich ohne jeden großen Aufwand berechnen läßt. Da die Scheiben nicht sehr verschiedene Breiten haben, wird es häufig genügen, $\varkappa$ als konstant anzusehen. Wo dies nicht der Fall ist, muß man $(1-\varkappa)$ noch mit unter das Σ-Zeichen nehmen.

Aus rein geometrischen Gründen folgt, daß man, um die Durchbiegung in x (Abb. 1) zu bestimmen, die Veränderliche x von beiden Enden gesondert zählen muß, damit sie immer kleiner als x' ist. Eine Gedächtnisregel ist die, daß man die Abszisse so wählt, daß x immer zwischen einem Auflager und x' liegt.

Abb. 2 Reduzierte Momentenfläche für eine Welle mit ungleichen Durchmessern

Abb. 3
Verformung einer Welle an den Enden einer starren Scheibe

Abb. 4
Eindrückungen einer Welle in eine elastische Scheibe

Die aufgesetzte Scheibe

Eine starre, unelastische Scheibe von der Breite b sei bündig auf eine elastische Welle vom Durchmesser d aufgesetzt. Diese stark idealisierte Annahme macht eine Formänderung der Welle deutlich, der man bisher keine Aufmerksamkeit geschenkt hat. Infolge der starren Kupplung kann sich die Welle in der Bohrung nicht durchbiegen, wohl aber dehnt sich, wie man leicht erkennt, die Zugfaser, was an den Enden der Bohrung plötzliche Krümmungen hervorruft, Abb. 3. Wirkt auf die Welle ein Biegungsmoment M_o, so legt sie sich bei A, A' und B an die Scheibe an. Die Reibung bei A und A' verhindert, daß sich die Druckfaser verkürzt, während die Zugfaser keinen Reibungswiderstand erfährt und sich somit aus der Scheibe herausziehen kann.

Die Dehnung auf der Druckseite wird noch dadurch erschwert, daß jede Druckdehnung eine dazu senkrechte Querdehnung erzeugt, die ein noch stärkeres Anpressen der Druckfaser an die Wand bedingen würde. Bei der Zugfaser wirkt die Querzusammenziehung im Sinn eines Abhebens von der Wand. Diese Erwägungen legen die in den folgenden Rechnungen benutzte Annahme nahe, daß die Druckfaser unverkürzt bleibt, die Zugfaser sich hingegen ungehindert ausdehnen kann.

Das Moment M_0 bedingt bei B, A, A' Gegenkräfte P, Q und R. P ist in 1. Annäherung[1]) durch $P\frac{b}{2}=M_o$ gegeben, die Reibungskraft R ist statisch unbestimmt. Wäre die Krümmung der Welle nicht durch die Scheibe behindert, so erhielte die Zugfaser eine Spannung

$$\sigma_x=\frac{M_x}{W_x}=\frac{32\,M_x}{\pi\,d^3}\,;\quad \varepsilon_x=\frac{\sigma_x}{E}=\frac{32\,M_x}{\pi\,d^3\,E}\,.$$

Dies bedingt eine Längung der Zugfaser

$$\mathrm{d}\,\Delta x=\varepsilon\,\frac{b}{2}=\frac{32\,M_x\,b}{\pi\,d^3\,E\;2}=\frac{16\,b\,M_x}{\pi\,d^3\,E}\,.$$

Die Kraft P bedingt in der Bohrung folgende Momentenverteilung: $M_x=P\,x=\frac{2\,M_o}{b}\,x$. Die gesamte Verschiebung der äußeren Faser erhalten wir durch eine einfache Integration:

$$\mathrm{d}\,\Delta x=\frac{2\,M_o}{b}\,\frac{32}{\pi\,d^3\,E}\,x\,\mathrm{d}\,x$$

$$\Delta s_1=\int_0^{\frac{b}{2}}\mathrm{d}\,\Delta x=\frac{8\,M_o\,b}{\pi\,d^3\,E}\,.$$

Die unbekannte Reibungskraft R ändert die Form der Welle in zweifacher Hinsicht. Liegt der Angriffspunkt von R durch x_s fest, so erzeugt R ein Moment $M'=R\,x_s$ und eine über den Querschnitt gleichmäßig verteilte Zugkraft R. Da die Reibung auf demselben Umfang wirkt, liegt die Annahme nahe, die Druckwirkung als gleichmäßig und als Angriffspunkt den Schwerpunkt $x_s=0{,}637\,r$ des Halbkreises anzunehmen.

[1]) Dadurch, daß die Auflagekräfte nicht in Punkten wirken, ändert sich die Momentenverteilung etwas. Immerhin sind die Pressungen bei A und A' so stark vereinigt, daß man diesen Einfluß vernachlässigen kann.

Die Zugkraft R entspricht einer Dehnung $\varepsilon=\frac{\sigma_x}{E}=\frac{R}{F\,E}$ und einer Längung des Stückes um

$$\Delta s_2=\frac{b}{2}\,\varepsilon=\frac{2\,b\,R}{\pi\,d^2\,E}\,.$$

Die Längenänderung der äußersten Faser ist mit $M'=0{,}637\,r\,R$

$$\Delta s_3=0{,}637\,\frac{8\,b\,R}{\pi\,d^2\,E}\,.$$

Die Reibungskraft R ist nun so zu bestimmen, daß die gesamte Formänderung der Druckfaser verschwindet, d. h.

$$\Delta s_1=\Delta s_2+\Delta s_3$$

$$\frac{8\,M_o\,b}{\pi\,d^3\,E}=\frac{2\,b\,R}{\pi\,d^2\,E}+0{,}637\,\frac{8\,b\,R}{\pi\,d^2\,E}\,.$$

Hieraus

$$R=\frac{M_o}{d}\,\frac{4}{3{,}548}\,.$$

Wenn R bekannt ist, kann man die gesamte Verlängerung der Zugfaser berechnen:

$$\Delta s=\Delta s_1+\Delta s_2-\Delta s_3=0{,}565\,\frac{8\,M_o\,b}{\pi\,d^3\,E}\,.$$

Die Winkeländerung $\Delta\varphi$ am Ende der Bohrung ist

$$\Delta\varphi_1=\frac{\Delta s}{d}=0{,}565\,\frac{8\,M_o\,b}{\pi\,d^4\,E}\,.$$

Bei Abwesenheit der Scheibe und konstantem Moment M_0 verlängert sich $\frac{b}{2}$ um $\Delta s_2=\frac{16\,M_o\,b}{\pi\,d^3\,E}$. Da in diesem Falle die Drehung um das Wellenmittel stattfindet, so erfährt die Welle eine Dehnung um

$$\Delta\varphi_2=\frac{\Delta s_2}{\frac{d}{2}}=\frac{32\,M_o\,b}{\pi\,d^4\,E}\,;$$

$$\varkappa=\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta\varphi_2}=\frac{0{,}565\,\frac{8\,M_o\,b}{\pi\,d^4\,E}}{\frac{32\,M_o\,b}{\pi\,d^4\,E}}=0{,}141\,.$$

Der Einfluß der Versteifung ist also, wie unter den angenommenen Bedingungen zu erwarten, ziemlich groß und bewirkt, daß der Neigungswinkel 7,12 mal kleiner als bei Abwesenheit der Scheibe ist. Bemerkenswert ist, daß $\varkappa$ von Belastung und Abmessungen unabhängig für alle Scheiben gleich ist.

Die Einschränkung, daß die Scheibe starr sei, werde jetzt fallengelassen und angenommen, daß sich die Welle unter dem Einfluß der Querkräfte und Momente in der Scheibe durchbiegt, Abb. 4. Bevor die Differentialgleichung dieses Belastungsfalles entwickelt werden kann, muß man den Zusammenhang der örtlichen Druckbelastung und der Einsenkung y kennen. Allgemein gefaßt, lautet die Frage: Eine unendlich große Scheibe von der Breite b enthalte in der Bohrung vom Durchmesser $2\,r$ eine Welle, auf die eine Kraft P wirkt. Um welches Stück ζ wird die Scheibe eingedrückt?

Bekannt ist die Lösung für den Fall, daß in der Bohrung ein gleichmäßiger Druck herrscht, das bekannte Problem des in eine Scheibe eingetriebenen Nagels. Durch Gleichsetzen der radialen und der tangentialen Kräfte erhält man die zugehörige Differentialgleichung:

$$z \frac{d^2 \zeta}{d z^2} + \frac{d \zeta}{d z} - \frac{\zeta}{2} = 0 .$$

Die Lösung ist

$$\zeta = \frac{m+1}{m} \frac{r^2 p'}{2 z E} .$$

Für $z = r$ beträgt die radiale Verschiebung

$$\zeta = \frac{m+1}{m} \frac{r p'}{E} .$$

Wir denken uns nun den diese Verschiebung bewirkenden Bolzen in der Mitte gespalten, dann treten in der Schnittfläche die Gegenkräfte $p = 2 r p'$ auf. Betrachten wir z. B. die untere Hälfte für sich, so haben wir gerade den Fall, den wir behandeln wollen. Daß in unserem Falle die obere Belastung fehlt, dürfte das Ergebnis kaum beeinträchtigen. Ist p die Belastung auf die Längeneinheit, so ist $\zeta = \frac{m+1}{m} \frac{p}{2E}$. Die Einsenkung ist also proportional dem örtlichen Druck[2]).

Wir kommen jetzt auf die obige Frage zurück und betrachten nunmehr eine nach Abb. 3 beanspruchte Welle. Ein äußeres Moment M und eine Querkraft Q rufen bei A, A' und B Eindrückungen der Welle in die Scheibe hervor. Zu ermitteln ist wiederum der Neigungswinkel der Welle am Rande der Scheibe.

Es handelt sich hier um den Balken auf nachgiebiger Unterlage. Obwohl die Behandlung verwickelt scheint, ist die Lösung ziemlich genau möglich. Die bekannte Differentialgleichung der elastischen Linie

$$J E \frac{d^2 y}{d x^2} = - M$$

liefert durch zweimalige Differentiation nach x

$$J E \frac{d^4 y}{d x^4} = - p = k y ,$$

wobei k nur von den elastischen Eigenschaften des Materials abhängt. Die Lösung dieser Differentialgleichung enthält vier willkürliche Konstanten:

$$y = C_1 e^{\alpha x} \cos \alpha x + C_2 e^{\alpha x} \sin \alpha x$$
$$+ C_3 e^{-\alpha x} \cos \alpha x + C_4 e^{-\alpha x} \sin \alpha x ;$$

hierin ist

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k}{4 J E}} .$$

An den beiden Enden der Bohrung sind die Momente und Querkräfte gegeben. Hieraus ergeben sich folgende Randbedingungen:

$$J E \frac{d^2 y}{d x^2} = - M \begin{cases} M_e & \text{für } x = -\frac{b}{2} \\ M_r & \text{„ } x = +\frac{b}{2} \end{cases}$$

$$J E \frac{d^3 y}{d x^3} = - Q \begin{cases} Q_e & \text{für } x = -\frac{b}{2} \\ Q_r & \text{„ } x = +\frac{b}{2} . \end{cases}$$

[2]) Vorausgesetzt ist hier, daß die ganze Scheibe aus unendlich vielen dünnen Scheiben besteht.

Abb. 5
Versteifende Wirkung einer einzelnen Scheibe bei Beanspruchung der Welle durch reine Momente ($K = \varkappa$)

Man könnte einwenden, daß sich im Fall unserer Scheibe die Welle an verschiedene Seiten der Scheibe andrückt, was anscheinend im Ansatz nicht berücksichtigt worden ist. Denkt man aber nur an eine einseitige Unterlage, so braucht man nur negative Spannungen P zuzulassen, um diese begriffliche Schwierigkeit zu beseitigen[3]).

Es ist wesentlich einfacher, zuerst die Wirkung eines Momentes ohne Querkraft und dann die Wirkung einer Querkraft ohne Moment zu berechnen. Da sich die Wirkungen nach bekannten Grundsätzen einfach überlagern, so braucht man die Ergebnisse nur zu addieren.

Ein Moment allein ergibt als Neigungswinkel

$$\Delta \varphi_1 \sim \frac{d y}{d x} = \frac{M}{J E \alpha} \frac{\sin^2 \varepsilon + \mathfrak{Sin}^2 \varepsilon}{\sin 2 \varepsilon + \mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon} ; \quad \varepsilon = \frac{l}{d \sqrt[4]{2}} .$$

Bei Abwesenheit der Scheibe würde sich für die Länge $\frac{b}{2}$ ein Winkelunterschied $\Delta \varphi_2 = \frac{M}{J E} \frac{b}{2}$ einstellen. Hiermit ist

$$\varkappa = \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta \varphi_2} = \frac{2}{\varepsilon} \frac{\sin^2 \varepsilon + \mathfrak{Sin}^2 \varepsilon}{\sin 2 \varepsilon + \mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon} .$$

$\varkappa$ gibt an, welchen Bruchteil des Winkelunterschiedes der einfachen Welle die mit einer Scheibe besetzte Welle erreicht. In Abb. 5 ist $\varkappa$ in Abhängigkeit von $\frac{b}{d}$ aufgetragen. Für kleine Werte von b, d. h. im Verhältnis zur Welle dünne Scheiben, ist kein versteifender Einfluß vorhanden. Erst von $\frac{b}{d} \sim 1$ an macht sich die Versteifung bemerkbar. Bei $\frac{b}{d} = 1$ beträgt sie rd. 11 vH. $\varkappa$ nimmt dann asymptotisch auf null ab.

Bemerkenswert ist, daß es selbst bei langen Scheiben, z. B. $\frac{b}{d} = 3$, durchaus nicht gerechtfertigt ist, mit unendlich großen Trägheitsmomenten zu rechnen. $\varkappa$ beträgt hier noch 0,4; die Scheibe wirkt also so, als ob die Welle an dieser Stelle nur um 60 vH dicker wäre. Die Ergebnisse gelten für eine bündig sitzende Welle. Es ist unschwer zu erkennen, daß durch Aufschrumpfen das Ergebnis nicht beeinflußt wird[4]).

Wirkt eine Querkraft allein, so erhält man

$$\Delta \varphi = \frac{1}{2} \frac{Q}{J E \alpha^2} \frac{\mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon - \sin 2 \varepsilon}{\mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon + \sin 2 \varepsilon} \frac{1}{\varepsilon^2} .$$

Zum Vergleich diene hier der Fall, daß die Welle eingespannt und an einem freien Ende in der Entfernung $\frac{b}{2}$ durch Q belastet sei. Hier ist

$$\Delta \varphi_2 = \frac{Q b^2}{8 J E} .$$

Danach ergibt sich

$$\varkappa = \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta \varphi_2} = \frac{4}{\varepsilon^2} \frac{\mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon - \sin 2 \varepsilon}{\mathfrak{Sin}\, 2 \varepsilon + \sin 2 \varepsilon} .$$

[3]) Eine eingehende Behandlung des Problems stammt von Wieghardt, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 3 (1922) S. 165. Dort findet man auch reiche Literatur über diesen Gegenstand.

[4]) Wohl wird durch Aufschrumpfen das zuerst behandelte Herausziehen der Zugfaser vermindert. Nun sind aber die in der Praxis üblichen Schrumpfspannungen verhältnismäßig klein, z. B. 50 bis 100 kg/cm² Diese Spannung mit der Reibungszahl 0,1 bis 0,2 erweitert, ergibt die Spannung, die auf den Zylindermantel übertragen werden kann. Es ergibt sich so etwa 5 bis 30 kg/cm, was das Herausziehen der Zugfaser verhindert. Diese Spannungen sind so klein im Vergleich zu den Normalspannungen der Welle, daß die Vernachlässigung der Schrumpfspannungen gerechtfertigt sein dürfte.

Abb. 6
Versteifennde Wirkung einer einzelnen Scheibe bei Beanspruchung der Welle durch Querkräfte

Abb. 7
Formänderung und Spannungslinien (schematisch) für eine aus einem Stück gedrehte Welle mit Scheibe

Für $\varepsilon = 0$ hat $\varkappa$ den Grenzwert ⅔. Die Querkraft hat also für kleine Werte von b einen wesentlich größeren Einfluß als das Moment, Abb. 6. Dies erklärt sich dadurch, daß hier die Summe der Auflagehälfte Q im andern Fall dagegen null ist; infolgedessen ergibt bei kleinen Scheibendicken die Querkraft sehr hohe Pressungen, das Moment dagegen keine.

Der Einfluß der Querkraft ist aber nur beachtenswert, wenn sehr schwere Scheiben vorhanden sind. Bei den üblichen Turbinenläufern ist dies nicht der Fall. Von einiger Bedeutung dürfte die Betrachtung für Wellen sein, die eine schwere, breite Trommel tragen oder an der Trommel schwer belastet sind, z. B. Zahnrädergetriebe, Elektromotoren, Überdruckturbinen usw.

Das Herausziehen der Zugfaser bewirkt, daß selbst bei sehr großen Radbreiten mindestens noch rd. 14 vH des Winkelunterschiedes der unbeeinflußten Welle auftreten.

Für kleinere Radbreiten muß dieses Ergebnis noch damit in Einklang gebracht werden, daß sich die Welle in die Scheibe eindrückt. Die Bohrung ist dann nicht zylindrisch, und die Annahme, daß das Moment in der Mitte null ist, wird daher hinfällig. Um anschaulich zu sprechen, bedeutet dies, daß ein gewisser Momentenfluß durch die Welle stattfindet. Nimmt man an, daß sich die Welle in der Scheibe parabolisch durchbiegt, so entspricht einer äußeren Neigung y' in der Mitte die Krümmung $\frac{1}{\varrho} = \frac{2\,y'}{b}$ und das Moment $M = \frac{2\,J\,E}{b}\,y'$. Diesen Einfluß kann man dadurch berücksichtigen, daß man M_0 durch $M_o - M$ ersetzt:

$$\varkappa' = 0{,}141\,\frac{M_o - M}{M_o} = 0{,}141\left(1 - \frac{y'}{\frac{M_o\,b}{2\,J\,E}}\right) = 0{,}141\,(1 - \varkappa).$$

$\varkappa$ ist nun auch von dem Verhältnis b/d abhängig. Auch hier ist für kleine Radbreiten, da $\varkappa = 1$, kein versteifender Einfluß vorhanden; erst von $\frac{b}{d} = 1{,}5$ bis 2 ab macht sich eine Einwirkung bemerkbar.

Haben die Scheiben verhältnismäßig dünne Naben, wie z. B. bei Turbokompressoren, so ist noch zu beachten, daß sich die Naben selbst durchbiegen und der Durchbiegung der Welle einen bedeutend geringeren Widerstand entgegensetzen als bei vollen Scheiben. Dieser Einfluß läßt sich wegen der Formen solcher Naben rechnerisch schwer verfolgen. Bei diesen Ausführungen ist $\frac{b}{d} \sim 1$. Hierbei fanden wir $\varkappa = 0{,}925$. Durch die elastische Nabe wird dieser Wert noch weiter erhöht, so daß die übliche Annahme der Praxis, in diesen Fällen sei keine Versteifung vorhanden, im allgemeinen zutreffen dürfte.

Dazu kommt, daß solche Räder aus Herstellungsrücksichten in der Mitte der Nabe ausgespart sind, was die für die Versteifung wirksame Länge b noch vermindert.

Aus dem Vollen gedrehter Läufer

Bei einem aus dem Vollen gedrehten Läufer sind die Verhältnisse ungleich verwickelter als bei aufgesetzten Scheiben. Auch hier drückt sich die Welle in die Scheibe ein; doch ist bei den üblichen Bauarten das Verhältnis $\frac{b}{d}$ so klein, daß man diesen Einfluß vernachlässigen darf. Den Ausschlag dürfte hier geben, daß ein Stück der Druckfaser eingebeult und ein Stück der Zugfaser entsprechend gedehnt wird, Abb. 7. Die Scheibe setzt also der Kürzung der Druckfaser sowie der Längung der Zugfaser einen Widerstand entgegen. Auf dem Mantel der Welle treten hierdurch Schubspannungen auf, die selbst bei kleinen Werten von $\frac{b}{d}$ einen gewissen Einfluß ausüben können.

Trägt man die Spannungstrajektorien auf (Abb. 7), so erhält man ein Bild, das an die Strömung in einem Kanal mit plötzlicher Erweiterung erinnert. Diese Spannungslinien sind aber ihrem inneren Aufbau nach keine Strömungsbilder, und infolgedessen ist ihre rechnerische Behandlung erheblich schwieriger[5]). Bei oberflächlicher Betrachtung neigt man leicht dazu, die Welle an der Scheibe als starr, d. h. ihr Trägheitsmoment als unendlich anzusehen. Dies trifft indeß nur für große Breiten zu wie aus den nachstehenden Versuchen hervorgeht.

Versuche

Um einen für die Praxis brauchbaren Einblick in das Problem zu erhalten, wurden bei der Frankfurter Maschinenbau A.-G. Versuche angestellt. Da Messungen an großen Turbinenläufern erhebliche Schwierigkeiten machen und, selbst wenn sie einwandfrei wären, die Eindrehungen für die Dichtungsspitzen, die abgesetzten Durchmesser, Abrundungen usw. den gesuchten Einfluß verwischen würden, wurden kleinere, symmetrische Modelle mit gleichbreiten Rädern ohne Abrundungen[6]) und gleichbleibendem Abstand verwendet, so daß die rechnerische Auswertung der Messungen keine Schwierigkeiten bot. Da $\varkappa$ nur von $\frac{b}{d}$ abhängt, wurden die Modelle mit verschiedenen Werten von $\frac{b}{d}$ ausgeführt.

Die Versuchseinrichtung, Abb. 8 und 9, besteht aus einer Welle von 380 mm Länge mit 29 Scheiben und einer ähnlichen mit nur 17 Scheiben. Die Scheiben sind so groß, daß ihr Trägheitsmoment gegenüber dem der Welle als sehr groß angesehen werden kann. An den Enden der Welle sind gehärtete Stahlzylinder

[5]) Für eine plötzlich abgesetzte Welle, die auf Torsion beansprucht wird, sind theoretische Ansätze, die brauchbare Lösungen liefern, vorhanden, z. B. L. Föppl, Die Torsion runder Stäbe von veränderlichem Querschnitt, Sitzungsbericht der math.-phys. Klasse d. bayr. Akad. d. Wissenschaften Bd. 51 (1921).

[6]) Der Einfluß von Abrundungen zwischen Welle und Scheibe wurde nicht untersucht. Die Modelle wurden ganz scharfkantig ausgedreht. Der Einfluß ist aber vorhanden und wirkt im Sinne einer weiteren Verstärkung. Infolgedessen stellen die Versuchswerte die untere Grenze der Versteifung dar, die in jedem Fall erreicht wird.

Abb. 8
Schematische Darstellung der Meßvorrichtung

aufgesetzt, die auf Stahlprismen ruhen. Um die mittlere Scheibe ist ein Stahlband gelegt, das die Kraft auf einen Wagebalken überträgt; dieser ist hinten in einer gehärteten Spitze gelagert und trägt vorn eine Schale. Seine Übersetzung beträgt 1 : 10. Die Spitze ist mittels Schraube verstellbar und wurde so eingestellt, daß bei einer mittleren Belastung eine Wasserwage auf dem Wagebalken einspielt.

Um die Durchbiegungen der äußeren Wellenstummel und eine etwaige Senkung an der Auflage nicht mitzumessen, wurde über die beiden äußeren Scheiben eine bewegliche Brücke angeordnet, der gegenüber die Durchbiegungen in der Mitte gemessen wurden. Das ergibt unmittelbar die Durchbiegungen des mit Scheiben besetzten Teiles der Welle. Die Durchbiegungen werden über einen beweglichen Stift auf einen Hebel (1 : 5) und von diesem auf eine Meßuhr übertragen, die auf der Brücke aufgebaut ist. Die Genauigkeit dieser Einrichtung reicht für den vorliegenden Zweck aus. Ein Teilstrich der Meßuhr entspricht $^1/_{500}$ mm Durchbiegung der Welle, so daß noch $^1/_{2000}$ mm mit Sicherheit abgelesen werden können.

Für jeden Wert von b/d wurde die Durchbiegung in Abhängigkeit von der Belastung für eine große Anzahl von Punkten ermittelt. Die Welle war in der Mitte belastet, während die Durchbiegung wegen des Stahlbandes auf dem Ringe neben der Mitte gemessen wurde. Die Ergebnisse der Messung, Abb. 10, weichen bei größeren Belastungen deutlich vom Proportionalitätsgesetz ab. Der Auswertung wurde die mittlere Richtung der Linie zugrunde gelegt, die noch gerade verläuft.

Auswertung der Messungen

Gemessen wurde die Durchbiegung y', s. Abb. 11. Die Verminderung der Durchbiegung gegenüber der Welle ohne Scheiben beträgt dann

$$\Delta y = (1 - \varkappa)\, x \,\frac{l - x}{l}\, b \,\frac{M}{J E};$$

für $x' = \dfrac{l}{2}$ ist

$$\Delta y = (1 - \varkappa)\, \frac{x}{2}\, \frac{b\, M}{J E}.$$

Das Moment an der Stelle x ist bei einer Einzellast P in der Mitte $M = \dfrac{P}{2}(x + a)$; hiermit ergibt sich als Verminderung der Durchbiegung

$$\mathrm{d}\,\Delta y = \frac{b\, P}{4 J E}(1 - \varkappa)\, x\,(x + a)$$

für eine einzige Scheibe an der Stelle x und

$$\Delta y = \frac{b\, P}{4 J E}(1 - \varkappa)\, \Sigma\, x\,(x + a)$$

für die ganze mit Scheiben besetzte Welle.

Abb. 10
Durchbiegung der Welle in Abhängigkeit von der Belastung

Abb. 9
Versuchseinrichtung

x	$x + a$	$x\,(x + a)$	x	$x + a$	$x\,(x + a)$
1	8	8	5	12	60
2	9	18	6	13	78
3	10	30	7	14	98
4	11	44	8	15	120

Für eine Welle mit 17 Scheiben und den vorstehenden Maßen sei, um die Einfachheit des Verfahrens zu zeigen, die Rechnung durchgeführt:

$$\Sigma = 120 + 2 \cdot 336 = 792.$$

Für $b = \dfrac{l}{2}$

$$1 - \varkappa = \mathrm{d}\,\Delta y\, \frac{J E}{99\, P};$$

Bei glatter Welle, d. h. ohne Scheiben, erhält man als größte Durchbiegung in der Mitte

$$y_m = \frac{1}{48}\, \frac{P\, l^3}{J E}$$

und an der Stelle $a = 7$ cm

$$y_a = \frac{P\, l^3}{48\, J E}\, 3\left[\frac{a}{l} - \frac{4}{3}\left(\frac{a}{l}\right)^3\right]$$

$$= \frac{1}{48}\, \frac{P\, l^3}{J E}\, 0{,}3517.$$

Mit $\mathrm{d}\,\Delta y = y\,a - y'$ erhält man schließlich

$$1 - \varkappa = \frac{1}{99}\left[\frac{0{,}3517\, l^3}{48} - \frac{J E\, y'}{P}\right].$$

Abb. 11
Darstellung der mit der Vorrichtung gemessenen Durchbiegung

Abb. 12
Versteifende Wirkung einer einzelnen Scheibe bei aus dem Vollen gedrehten Läufern

In diese Formel braucht man nur aus den Versuchen den Wert von y' einzusetzen, um $\varkappa$ zu erhalten.

Nach Abb. 10 ist z. B. für $P = 100$ kg, $y' = 0{,}625$; ferner ist $D = 12{,}4$ mm, $l = 30$ cm, $E = 2{,}05 \cdot 10^6$ kg/cm². Hiermit ist $\varkappa = 0{,}505$.

Die Elastizitätszahl wurde ermittelt, indem aus derselben Stange, aus der die verschiedenen Wellen gedreht waren, ein Zugstab hergestellt und auf der Zerreißmaschine auf den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung geprüft wurde. Das ergab $E = 2{,}05 \cdot 10^6$ kg/cm² für handelsüblichen Siemens-Martin-Stahl von rund 60 kg/mm² Festigkeit.

Für $b/d = 0{,}1$; 0,2; 0,313; 0,403; 0,505; 0,6325 wurden so die Werte von $\varkappa$ ermittelt und in Abb. 12 aufgetragen, wobei im ganzen zwei Wellenmodelle, eines mit 29 und eines mit 17 Scheiben, verwendet wurden. Zwischenwerte von b/d wurden durch Abdrehen der Scheiben erhalten.

Der Verlauf der Linie ist ähnlich der, die für die Welle mit aufgesetzten Scheiben berechnet wurde, nur ist der Bereich, für den $\varkappa \sim 1$ zu setzen ist, näher an $b/d = 0$ herangerückt. Die Annäherung $\varkappa = 1$ gilt hier nur bis $b/d \sim 0{,}05$. Dann macht sich die Versteifung ziemlich stark bemerkbar, doch so, daß $\varkappa$ bei $b/d = 1$ noch immer den nicht zu vernachlässigenden Wert 0,28 hat.

Es entsteht noch die Frage, ob $\varkappa$ außer von b/d von der Art der Belastung abhängt, d. h. ob außer dem Moment noch die Querkraft eine Rolle spielt. Die Frage ist um so eher berechtigt, als bei den üblichen Ausführungen im Verhältnis zum Durchmesser sehr kurze Wellenstücke vorliegen, bei denen schon die gewöhnliche Biegungstheorie verlangt, daß man die Schubspannungen berücksichtigt. Trotzdem darf man bei den üblichen Läufern diesen Einfluß vernachlässigen, weil die Momente durch die großen Wellenlängen bestimmt sind und entsprechende Größe haben. In der Tat sind beim üblichen Läufer die Schubspannungen im Verhältnis zu den durch die Momente auftretenden Normalspannungen klein. Es ist daher gerechtfertigt, bei Turbinenläufern nur den Einfluß eines Momentes auf die versteifende Wirkung hin zu untersuchen.

Für den Läufer in Abb. 13 wurde die Rechnung durchgeführt. Der Läufer ist aus dem Vollen gedreht und hat Radbreiten von 25 bis 95 mm. Auf graphischem Wege ergaben sich als Durchbiegung ohne den Einfluß der Scheiben 0,01055 cm. Als Verminderung der Durchbiegung wurden mit Hilfe der Versuchswerte aus Abb. 12, 0,001123 cm berechnet. Sie beträgt also 10,63 vH. Nimmt man an, daß sich bei sonst gleichen Verhältnissen die kritischen Drehzahlen wie die Wurzeln aus den Durchbiegungen verhalten, so erhält man eine um 5,03 vH höhere kritische Drehzahl, was immerhin erwünscht ist.

[B 552]

Abb. 13
Aus dem Vollen gedrehter Turbinenläufer (Bauart Frankfurter Maschinenbau A.-G.) mit 18 Scheiben

Kontinuierliches Schnell-Drahtwalzwerk

Ein neues Feineisen- und Drahtwalzwerk wurde kürzlich in den South Works der Firma American Steel and Wire Co., Worcester Mass.[1]), dem Betrieb übergeben. Das Walzwerk soll den Draht rascher walzen, als dies je in Amerika und irgendwo anders geschehen ist. Während die frühere Endgeschwindigkeit des Drahtes 1067 m/min betrug, wird sie das neue Walzwerk auf 1219 m/min erhöhen.

Die Leistungsfähigkeit des Walzwerkes beträgt 3522 km Draht in 24 h; jährlich kann man rd. 100 000 t erzeugen. Sobald auch die alte Strecke umgebaut ist, soll die jährliche Erzeugung auf rd. 150 000 t erhöht werden. Das neue Walzwerk stellt Drahtrollen im Gewicht von 184 kg der Dicke Nr. 7 (4,5 mm) her.

Die Knüppelstraße ist nach zwei Richtungen hin ungewöhnlich. Durch eine kleine Veränderung des Abstandes der Walzenständer kann man Normalkupferblöcke und Stahlblöcke walzen. Die Kupferblöcke werden in einem besonderen Ofen angewärmt, während die Stahlbarren mit der ursprünglichen Blockwärme fertig gewalzt werden. Ein Universalwalzwerk stellt Brammen in allen Breiten her.

Die quadratischen Blöcke von 432 mm Dicke bei 1995 kg Gewicht werden im Blockwalzwerk auf Barren von 127 mm Dicke heruntergewalzt, während man sie in dem alten Walzwerk auf Barren von 102 mm Dicke verwalzte. Da das Blockwalzwerk jetzt weniger Stiche zu machen hat, ist seine Leistung gesteigert worden. Das Knüppelwalzwerk hat sechs Gerüste mit Walzen von 457 mm Dmr., auf denen die Barren von 127 · 127 mm² Querschnitt auf Knüppel von 51 · 51 mm² Querschnitt verwalzt werden. Die fliegende Schere schneidet sie in Längen von 9150 mm, aus denen dann die 184 kg schweren Drahtrollen hergestellt werden.

Das Walzwerk ist wie alle Morgan-Doppelgerüst-Walzwerke gebaut mit dem Unterschied, daß die letzten Stiche in zwei getrennten Gerüsten gemacht werden, d. h. während in den Vor- und Zwischengerüsten immer zwei Stäbe Seite an Seite durch ein Walzenpaar laufen, gehen die Stäbe in den letzten Stichen durch zwei verschiedene Gerüste. Mi[t] dieser Anordnung kann man sicherer und auch kleiner[e] Querschnitte mit besserer Rundung walzen.

Die Vor- und Zwischenwalzen haben die gleiche Ge[-]schwindigkeit, nur die Fertigwalzen werden von Motoren mi[t] veränderlicher Geschwindigkeit angetrieben, die von einen[m] Maschinisten eingestellt werden. Er regelt die Walzengeschwindigkeit und bringt sie in Übereinstimmung mit de[r] Austrittgeschwindigkeit des aus dem vorhergehenden Gerüs[t] kommenden Stabes.

Jedes der beiden Fertiggerüste liefert den Draht a[n] selbsttätige Drahthaspeln der Bauart Washburn und Moe[n] ab. Jede Strecke hat zwei solcher Haspeln. Ein Haspe[l] erfaßt den Draht, wickelt ihn mit der notwendigen Geschwin[-]digkeit auf und versinkt, worauf der Drahtring auf ei[n] Förderband fällt, das ihn zum Kühlen weiter leitet. Di[e] beiden Drahthaspeln arbeiten abwechselnd, einer haspelt un[d] der andere liefert ab. Die Drähte sollen möglichst weni[g] Zunder haben. Sie werden daher durch einen langen Muffel[-]raum geführt, der mit Wasser gekühlt wird und ziemlic[h] steil ansteigt. Da das Förderband eingedichtet ist, ist di[e] Oxydation gering. Wenn die Drahtrollen aus dem Muffe[l-]raum herauskommen, sind sie noch warm, aber nicht meh[r] rotwarm; sie kühlen sich an der freien Luft ab. Über di[e] Plattform läuft ein Mitnehmerhaken sehr langsam hinwe[g,] dem die Drahtrolle mittels eines Hebels übergeben wir[d;] sie legt dann langsam bis zur Verladestelle einen Weg vo[n] rd. 185 m zurück, wobei sie abgekühlt wird.

Zum Antrieb der Walzwerke, sowie der notwendige[n] Hilfsmaschinen sind 28 Elektromotoren mit zusamme[n] 7645 PS eingebaut. Die gesamte Kühlluft für die Motore[n] wird gefiltert. Alle Lager haben Druckschmierung, und da[s] zum Schmieren verwendete Öl wird alle 35 bis 40 min g[e-]filtert. Der Strom wird aus einem Überlandkraftwerk b[e-]zogen, kommt mit 13 000 V in das Werk und wird dort a[uf] 2200 und 600 V umgespannt. [N 1032]

Berlin Steck

[1]) The Iron Age Bd. 120 (1927) S. 1297.

RUNDSCHAU

Landmaschinen

Der Motormäher in der deutschen Landwirtschaft

Die deutschen Mähmaschinen wurden in der ersten Zeit den amerikanischen nachgebaut. Die Zugarbeit leisteten Gespanntiere, und die nötige Antriebkraft für das Schneid- und das Knüpfwerk bei Selbstbindern ließ man vom Hauptantriebrad der Mähmaschine fast ausschließlich über Kettenvorgelege abnehmen. Es ist ohne weiteres klar, daß auf diesem Umweg, den die Antriebkraft vom Erzeuger, dem Gespanntier, zu dem Verbrauchsort, also dem Schneid- und Bindewerk, zurückzulegen hatte, starke Verluste eintraten. Außerdem war auch die Schnittgeschwindigkeit sehr ungleichmäßig; denn dem Gespannführer ist bei wechselndem Gelände unmöglich, eine gleichmäßige mittlere Fahrgeschwindigkeit einzuhalten. Bei Bergfahrten kommt es leicht vor, daß die Mähmesser die für einen sicheren Schnitt notwendige Schnittgeschwindigkeit überhaupt nicht mehr haben. Wenn bei leichtem und nachgiebigem Boden zwischen Hauptantriebrad und Boden keine genügende Reibung mehr besteht, so ist ein beträchtlicher Schlupf des Rades unvermeidbar, wobei naturgemäß die Schnittgeschwindigkeit abnimmt. Selbst auf ebenen Ackerplänen wird bisweilen unter schwierigen Arbeitsbedingungen, verursacht z. B. durch üppig entwickeltes Getreide, trotz ausreichender Zugkraft, die notwendige Geschwindigkeit nicht erreicht. Hier treffen schwierige Arbeitsbedingungen, unter denen ein normales Arbeiten des Schneidwerkes besonders notwendig wird, und geringere Fahrgeschwindigkeit zusammen; infolgedessen wird die Wahrscheinlichkeit des Verstopfens erheblich vergrößert.

Abb. 1
Selbstbinder mit eingebautem DKW-Motor der Zschopauwerke zum Antrieb des Schneid- und Knüpfwerkes
a Motor *b* Getriebekasten *c* Brennstoffbehälter

Das Nächstliegende bei der Mechanisierung des Mähmaschinenbetriebes war der Ersatz des Pferdezuges durch Zugmaschinen, wobei man jeweils 1 bis 3 Geräte zu einer Arbeitsgruppe zusammenfaßte, um die vorhandene Zugkraft auszunutzen. Die Hauptprüfung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für Mähmaschinen im Jahre 1924 wertete zum erstenmal diese Betriebsweise. Die Prüfung zeigte, daß eine derartige Anspannung wohl durchführbar ist, sofern die Arbeitsgeschwindigkeit des Schleppers ungefähr der von Gespannen (3,6 bis 4 km/h) angeglichen wird; andernfalls wird der Rahmen der Mäher zu stark beansprucht und die Lebensdauer nicht unerheblich herabgesetzt. Eine ideale Lösung ist also hiermit noch nicht erreicht. Die sehr unwirtschaftlich arbeitende Kraftübertragung und die Abhängigkeit zwischen Fahr- und Messerschnittgeschwindigkeit waren geblieben. Eine Änderung konnte nur durch eine unmittelbare Heranführung der Antriebskraft vom Erzeugungsort zur Verbrauchstelle, d. h. durch völlige Trennung des Fahr- und Arbeitsantriebes, erzielt werden, wobei die bisherige Übertragung der reinen Zugkraft vom Zughaken auf das Fahrgestell der Mähmaschine beibehalten wird. Der Antrieb des Schnitt- und Knüpfwerkes wird hingegen völlig unabhängig vom Fahrwerk angeordnet, wobei sich die oben angeführten Mängel abstellen lassen. In ihren Triebwerken kann dann unter

Abb. 2
Abzapfwelle zwischen Kleinschlepper und Getreidemäher
a Zapfwelle mit Kardangelenken *b* *c* Getriebe mit Klauenkupplung *d* Hebel dazu

allen Umständen die gleiche, beste Schnittgeschwindigkeit für die Mähmesser beibehalten und damit das Knüpfwerk auch mit gleichbleibender Geschwindigkeit betrieben werden. Infolgedessen muß die Betriebsicherheit der Mähmaschine bedeutend gewinnen.

Während diese Trennung in Amerika seit längeren Jahren bei zahlreichen Maschinen durchgeführt ist, wurde für Deutschland diese Möglichkeit zum erstenmal gelegentlich einer Versammlung der Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft im März 1926 öffentlich angeschnitten[1]). Dir. Philipp, Landsberg, nannte zwei Möglichkeiten: den Zusatz- oder Hilfsmotor und die Abzapfwelle (power take off). Beim Zusatzmotor, Abb. 1, wird der alte Fahrbetrieb durch Gespanne oder Schlepper beibehalten, während die Schnittwerkzeuge und das Bindewerk von einem auf das Fahrgestell des Binders aufgesetzten Motor von 3 bis 5 PS angetrieben werden. Bei der Abzapfwelle, Abb. 2, wird vom Getriebe des Schleppers die Leistung durch eine biegsame Welle dem Verbraucherort zugeleitet. Beide Anordnungen haben ihre Vor- wie Nachteile. Der Umbau von Pferdezuggeräten ist bei beiden Anordnungen durchzuführen. Die Beanspruchung des Binderrahmens durch den aufgebauten Zusatzmotor ist erheblich, so daß sich diese Anordnung nur für Maschinen mit schwerem Rahmen eignen dürfte.

Für kleinere Wirtschaften dürfte der Zusatzmotor vorzuziehen sein, da sich hier die Verwendung eines Schleppers kaum rechtfertigen wird. Die Anschaffung eines Zusatzmotors ist wesentlich einfacher, da er gegebenenfalls noch als Antrieb für einen Kartoffelernter, einen Kartoffelsortierer und einen Höhenförderer oder gar zur Hofarbeit dienen kann.

Die Anordnung eines unmittelbaren Antriebes durch eine Zapfwelle scheint naturgemäß richtiger, falls schon eine mechanische Zugkraft zur Verfügung steht; da andernfalls statt eines Motors derer zwei zu warten sind, wodurch die Störungsgefahr stark erhöht würde. Von Nachteil ist jedoch, daß eine Zusammenfassung von zwei oder drei Bindern nicht gut durchführbar ist, da dann die Kraftübertragung zu umständlich werden würde. Doch ist der Ausgleich gegeben durch Verwendung von Mähern mit Schnittbreiten, die über die üblichen „Pferdegrößen“ von 1,52 bis 1,84 m hinausgehen.

[1]) Philipp: „Amerika als Lehrmeister“.

Abb. 3
Motormäher „Rapid“ von Fried. Krupp, A.-G., Essen, in Arbeitstellung

Abb. 4
Mäheinrichtung am Kleinschlepper

Deutsche Erntemaschinen derartiger Betriebsanordnung wurden 1927 auf der Dortmunder DLG-Ausstellung[2]) mit einer Schnittbreite bis 2,44 m gezeigt. Ob eine derartige Arbeitsbreite auch unter deutschen Betriebsverhältnissen, die in der Regel mit einem stärkeren Halmbestand als amerikanische Weizenfarmen rechnen müssen, noch betriebsfähig ist, muß zum mindesten angezweifelt werden, sofern man sich die Arbeit eines der heute üblichen von Pferden gezogenen Binders in einem gut bestandenen Winterweizen- oder Haferfeld vor Augen führt. Hierbei sind so große Mengen von Schnittgut zu bewältigen, daß das Schaltwerk des Knüpfers fast immer ausgelöst ist. Eine Steigerung dürfte, ohne die Arbeitsgüte herabzusetzen, kaum möglich sein, und eine Vergrößerung der Garben wegen der Erntesicherheit ebensowenig.

Den mechanischen Erntevorgang bis zur Lieferung gesackten, marktfähigen Getreides in einem Arbeitsgang noch weiter zu erweitern, ist aus klimatischen und wirtschaftlichen Gründen bei uns kaum durchführbar. Für vereinigte Mäh- und Dreschmaschinen „Combine", die in amerikanischen Farmen stark benutzt werden, fehlen bei uns die Vorbedingungen.

Von Sondermähmaschinen, bei deren Bau man neue Wege beschritten hat, sind mehrere Motormäher für Grasschnitt in letzter Zeit auf den Markt gekommen; es sind Fahrzeuge, bei denen ein kleiner Motor Schnitt- und Fahrarbeit leistet, während sie der daneben oder dahinter schreitende Bedienungsmann führt, Abb. 3. Unter besonderen Betriebsverhältnissen, wie Grünlandwirtschaften, von denen sich die Anschaffung eines Getreidemähers erübrigt, ist die Anschaffung trotz des hohen Preises wohl berechtigt. Ein Schneidewerk, das als Ausleger an einen Kleinschlepper angebaut wird und von ihm unmittelbar über ein Vorgelege angetrieben wird, Abb. 4, hat sich recht gut bewährt. Doch dürfte sich auch dieses Gerät in der Regel nur für Gras- und Futterschnitt eignen. [M 696]

Berlin Dr. L. Engelbrecht

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1697 und 1743.

Leuchtgas

Das neue Gaswerk Stettin

Das am 1. Juli 1927 in Betrieb genommene neue Gaswerk Stettin[1]), das in seiner ganzen Anlage (Aufbau, Fördereinrichtungen, Meßgeräte) gegenwärtig wohl die neuzeitlichste in Betrieb befindliche Kokerei mit senkrechten Kammern darstellt, weist augenblicklich eine Tagesleistung von 60 000 m³ Gas auf. Das 12,25 ha große Werkgelände wird an der Südseite durch einen 3 m tiefen Kanal mit Holzbollwerk üblicher Bauart, an der Ostseite durch die Oder mit besonders konstruierter Kaimauer begrenzt, die durch eine 25 cm dicke Eisenbetonspundwand und in 2 m Abstand dahinter stehende Lotpfähle die Kranbelastung aufnehmen soll.

Die an der Kaimauer festmachenden Kähne und Dampfer werden mittels einer verfahrbaren Verladebrücke von 75 m Spannweite gelöscht. Sie trägt auf den Obergurten einen Drehkran mit 15 m Ausladung und 5 t Tragkraft und einen Greifer von 2,5 t Nutzinhalt. Die Kohlen werden entweder auf dem Kohlenlagerplatz abgeworfen, Abb. 5 und 7, oder in einen verfahrbaren Übergabetrichter mit 15 t Fassungsvermögen entleert, aus dem dann die durch Elektromotore von 1,5 kW angetriebenen Wagen einer um den rechteckigen Kohlenlagerplatz führenden Elektrohängebahn gefüllt werden. Die Leistung der Hängebahn beträgt bei einem nutzbaren Kasteninhalt von 1 t und einer Geschwindigkeit der einzelnen Kasten von 1 m/s 60 t/h Kohle.

Die gefüllten Wagen laufen über eine selbsttätig aufzeichnende Hängebahnwaage selbsttätig zwei senkrechten hochführenden Kübelaufzügen zu, die sie in einen Übergabebunker im Kohlenbunkerturm führen. Von hier aus wird die Kohle zur Erreichung eines möglichst guten, harten Kokses durch Hammermühlen gebrochen und darauf in einen

[1]) Spohn, „Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 893 u. f.

Abb. 5 bis 7
Lageplan, Längsschnitt und Querschnitt des neuen Stettiner Gaswerkes

- *a* Kübelaufzüge
- *b* Hauptbetriebsrohrleitung
- *c* Pförtner- u. Wiegehaus
- *d* Fuhrwerkwaage
- *e* Eisenbahnwaage
- *f* Ammoniakwasserbehälter
- *g* Teerbehälter
- *h* Pumpenhaus
- *i* Teerscheidegrube
- *k* Gerätehaus
- *l* Pumpenhaus
- *m* Koksaufbereitung
- *n* Hauptbetriebsrohrleitung
- *o* Ofenblock II
- *p* Ofenblock I
- *q* Schornstein
- *r* Wäscher
- *s* Gaserzeuger
- *t* Elektrohängebahn für Koks
- *u* Kühlturm
- *v* Kesselhaus
- *w* Kohlenbunkerturm
- *x* Kokslöschrampe
- *y* Kokslöschgrube
- *z* Kokskranbrücke
- a_1 Kohlenverladebrücke
- b_1 Überladebunker
- c_1 Elektrohängebahn für Kohle
- d_1 Wagenkipper
- e_1 Pumpenhaus
- f_1 Eisenbahngleis

Abb. 8
Kohlenturm und Ofenblock I

a Kanal für Kokskübelwagen
b Koksgrusbunker
c Kohlenbunker 600 t
d Wasserbehälter für Kokslöschwasser
e „ „ Kühlwasser
f Elektr. Umspann- und Gleichrichteranlage
g Arbeiterstuben
h Bäder
i Rohrkeller
k Werkstätten

Schnitt E–F

gemeinsamen Kohlenbunker von 600 t Fassungsvermögen aus Eisenbeton am Ende des Ofenblockes gelagert, Abb. 8. Mit Hilfe sattelförmiger Einbauten im Bunkerboden kann die Kohle restlos aus den 10 Auslauföffnungen des Bunkers in den in üblicher Weise mit einem Behälter für Koksgrus und einem größeren für Kohle ausgebildeten Kammerfüllwagen rutschen.

Der Ofenblock besteht aus 5 Öfen mit je 6 Kammern, die 6,51 m hoch, 3,05 m lang und 0,45 oder 0,41 m breit sind, bei einem Fassungsvermögen von je 4,7 t Kohle; die Entgasungsdauer beträgt 24 h. Die Öfen werden im normalen Betriebe mit Gas der Gaserzeugeranlage beheizt.

Diese Anlage besteht aus drei Drehrost-Gaserzeugern für Koksvergasung von 2600 mm l. W. und 15 t Tageskoksdurchsatz. Die Gaserzeuger haben im unteren Teil, um ein Ansetzen der Schlacke zu verhindern, einen Wassermantel. Der Wind wird im Gebläseraum durch ein Kreiselwindgebläse erzeugt und mittels eines Windmengenreglers am Ausgang der Gaserzeuger auf einem gleichbleibenden Druck von + 20 mm W.-S. gehalten; ein weiterer Regler hält den Gasdruck vor dem Ofenblock gleichmäßig auf + 45 mm W.-S. Die erzeugte Gasmenge geht zu etwa ⅘ unter die Öfen und zu ⅕ unter einen Dampfkessel.

Die Abgase aus dem Ofenblock werden in einem Rauchröhrenkessel mit 230 m² Heizfläche ausgenutzt und hierbei 350 kg/h Dampf von 10 at erzeugt. Ein mit Gaserzeugergas beheizter Flammrohrkessel von 50 m² Heizfläche liefert als Zusatzkessel 1150 kg Dampf, der ebenso wie der Dampf des Abhitzekessels auf 250 ° überhitzt wird.

Um mit möglichst geringer Grusbildung auszukommen, läßt man den Koks durch einen unter den Kammerverschlüssen fahrbaren Koksrutschenwagen über eine Schrägrampe gleiten, auf der er abgelöscht wird. Der abgelöschte Koks wird in Klappkübel abgelassen und durch eine Benzollokomotive verfahren. Zum Befördern auf den Lagerplatz oder in den Übergabebunker der Koksaufbereitung dient eine 110 m lange Kranfahrbrücke mit Drehkran für 6 t und 22 m Ausladung, der die Klappkübel aufnimmt und auch mittels Greifer den Koks vom Lagerplatz wegfördert. Hier wird der Koks durch Rollenroste in Stücke über 90 und unter 90 mm geschieden. Der nicht absatzfähige Grobkoks über 90 mm wird in einem Zweiwalzenbrecher zerkleinert, der Grus von dem Haufwerk unter 90 mm über ein Vorsieb mit 10 mm Lochweite in einen Grusbunker abgeführt.
[M 1001] Pr.

Glasindustrie

Herstellung kleiner Glaspreßwaren

Glasknöpfe, volle Perlen, Ovale, Besatzsteine für Broschen und alle kleineren vollen (zum Unterschied von den hohlen) und gepreßten Schmucksteine und Gebrauchsgegenstände von 1 bis 80 mm Größe werden in besonderen Werkstätten hergestellt.

Das Glas wird zu diesen Zwecken in der Glasfabrik zu langen Stangen ausgezogen und an die kleinen Werkstätten abgegeben, unter denen man Erzeugungsstätten mit Blasetischeinrichtung und mit Öfen unterscheidet.

Die Werkstatt zur Aufnahme des Ofens ist den Glasfabriken sehr ähnlich, nur daß sie in viel kleinerem Maßstab ausgeführt ist. Ihre Größe wird nach der Zahl der aufzustellenden Öfen eingerichtet. Für mittelgroße Erzeugnisse werden für den Ofen 20 m² Raum genügen, auf dem sich die Glasdrücker mit den Glasstangen noch frei bewegen können. Dazu kommen noch eine Arbeitstelle für das Ausbessern der Formen und die Lagerräume zur Aufnahme von Holz, Kohlen, Glas, Glasabfällen und fertigen Waren. Ein Ofen für Gas- oder Kohlenfeuerung läßt sich auch in jedem Wohnzimmer aufstellen, wenn ein genügender Kamin für den Abzug des Rauches vorhanden ist.

Der Ofen

Zwei Grundsteine *a* von 30 cm Dicke und 1 m Länge bilden die Grundlage des Ofens, Abb. 9. Sie sind in 30 bis 40 cm Entfernung voneinander parallel gelagert, und der freibleibende mittlere Raum dient gleichzeitig der Zuführung frischer Luft zum Verbrennungsraum und der Aufnahme der Asche. Alle übrigen Teile des Ofens bestehen aus Schamotte.

Auf den Grundsteinen liegt beim Ofen für Holzfeuerung die Herdplatte *b*. Sie ist quadratisch mit 40 cm Seitenlänge und ist in der Mitte zur Zuführung der Luft und Abführung der Asche mit einem 5 cm weiten Loch versehen. Auf den Seitenrand der Herdplatte sind die vier Seitenwände *c* von 50 cm Höhe aufgesetzt. Sie sind etwas gegeneinander geneigt. Am unteren Rande, wo sie die Herdplatte berühren, sind sie mit einem Luftzuführungsloch versehen. Die Glasstangen *d* werden mit der Spitze über das offene Feuer zum Schmelzen gelegt.

15 cm über der Schmelzplatte liegt eine 2 cm dicke Deckplatte, der sogenannte „Fuchs", der mit zwei Abzuglöchern für den Rauch versehen ist. An ihm sind zwei aufrecht stehende Platten von gleicher Dicke angeschlossen, die einen Kühlraum *e* für fertige Glaswaren bilden.

Ein solcher Schmelzofen hat zwei Arbeitstellen. Wenn nur ein Arbeiter daran beschäftigt werden soll, wird die eine Öffnung zur Aufnahme der Glasstangen geschlossen, damit die Heizgase zurückgehalten werden. Dagegen empfiehlt es sich, die Schüröffnung offen zu lassen und zeitweilig nachzuschüren, damit, wenn sich drei oder mehrere Stangen im Ofen befinden, eine gleichmäßige Flamme alle Glasteile umspült.

Abb. 9
Glasschmelzofen für Kohlen- und Holzfeuerung

a Grundsteine
b Herdplatte
c Seitenwände
d Glasstangen
e Kühlraum für fertige Glaswaren

Abb. 10
Sparrost für kleine Glasschmelzöfen

a Schamotte-Hohlwände
b Roststäbe
c Einmauerung

Der Ofen für die Kohlenfeuerung ist in allen Teilen genau so gebaut wie der für Holzfeuerung, nur daß statt der Herdplatte ein Eisenrost eingelegt wird. Das Schürloch muß etwas weiter gemacht werden, damit auch größere Kohlenstücke hindurchgeführt werden können.

Die Kohlen müssen gut sein und eine ruhige Flamme entwickeln. Sie dürfen nicht schlacken und auch nicht spritzen, weil die herumfliegenden Teile sofort am Glase haften und mit in die Preßform geraten, wodurch nicht nur das Glas unbrauchbar wird, sondern auch geschmirgelte und gravierte Formen sofort zerstört werden.

Es darf also keine Förderkohle verwendet werden, weil sie stets Sand, Humuserde und andre Beimengungen enthält. Zu junge Braunkohle entwickelt zu wenig Hitze. Am besten eignet sich in Böhmen die Brucher Kohle (Kohinor) oder sehr gute Steinkohle. Jede Sorte muß aber stets frei von Schwefelkies sein. Der Ofen muß gleichmäßig geschürt werden, damit das Glas nicht zu sehr beraucht und gut durchwärmt wird.

Wo Gasanschluß vorhanden ist und eine sehr feine Schmirgelware erzeugt werden soll, hat sich der Gasofen gut eingeführt. Der Feuerraum ist bei ihm in dem unteren Teile viel kleiner gehalten. Am Boden oder an den Seiten befinden sich einige Luftzuführungskanäle. Der Boden besteht aus einem Schamotteherd oder aus einem Rost, der etwa herabtropfendes Glas auffängt.

Ein solcher Ofen ergibt weder Rauch noch Staub und ist daher in jedem Zimmer aufstellbar. Der Betrieb geht sehr regelmäßig.

Ein Kohlenofen oder Holzofen muß 1 bis 1,5 h vorher beheizt werden, ehe er betriebfähig ist, ein Gasofen ist schnell warm und läßt sich auch rasch wieder abstellen.

An den Öfen, Abb. 9, läßt sich noch manches verbessern. Nur ein sehr kleiner Bruchteil der erzeugten Wärme wird ausgenutzt, die Schornsteinverluste sind sehr groß. Die Ausnutzung wäre viel besser, wenn ein Sparrost mit Halbgasfeuerung, Abb. 10, eingebaut würde.

Er besteht aus den Schamotte-Hohlwänden *a*, den eigentlichen Roststäben *b* und der Einmauerung *c*. Die Heizgase steigen gerade nach oben. Die Schamotte-Hohlwände sind an den Seiten nach dem Aschenraum offen und erhalten zum Beschicken zwei Öffnungen. Die oberen Öffnungen bleiben nach der Beschickung frei. Die Flamme wird in gerader Richtung emporgezogen und dabei die Luft aus dem unteren Aschenraum eingesogen. Ein Teil des sich auf der Ebene des Rostes entwickelnden dichten Rauchgases wird durch die unteren Öffnungen des Sparrostbelages in den Innenraum der Hohlroste eingesogen; die Gase mischen sich dort mit der Zusatzluft, erhitzen sich an den in ständiger Glut befindlichen Schamottewänden und treten durch die obere Reihe der Öffnungen als Stichflamme aus. Die Rauchentwicklung ist hier weniger stark. Mit etwa 30 vH Brennstoffersparnis kann gerechnet werden.

Eine andre etwas abweichende Anordnung hat der Ofen, Abb. 11. Der Feuerraum ist hier geteilt. Die Wandstücke sind gerade aufgestellt, und an jeder Seite in etwa halber Höhe ist der Feuerraum angebracht. Er kann nach Art der Füllöfen eingerichtet werden.

Die Kohle verbrennt auf dem Rost, und die Heizgase werden durch den Rost *a* nach dem unteren Raume gezogen, mischen sich hier von beiden Seiten, steigen durch den mittleren Kanal *b* empor und schmelzen dort die von beiden Seiten eingelegten Glasstangen *c* an. Die Wirkung der Flamme kann noch verstärkt werden, wenn man Schrägroste einbaut. Die Verbrennung ist hier sehr vollkommen. Die Rauchgase werden in dem Gasraum vollständig verbrannt. Hier wird eine reine, von Oxyden freie und auch eine ziemlich rauchlose Flamme erzielt.

Abb. 11
Glasschmelzofen für Kohlenfeuerung

a Roststäbe
b Mittelschacht
c Glasstangen

Die Werkzeuge

Das Hauptwerkzeug des Glasknopferzeugers oder einfach Glasdrückers ist die einfache Handform, Abb. 12. Sie ist nach Art einer Zange gebaut. Alle übrigen Formen zur Erzeugung besonderer Ware sind nur mit mehr oder weniger Nebenvorrichtungen versehen. An den vorderen kurzen Teilen der Formenzangen sind die Hohlformen zum Pressen des Glases angebracht. Diese Form dient zur Herstellung des einfachen runden Schmucksteines.

Zur Erzeugung von Perlen oder Knöpfen mit einem Loch ist im oberen Teile der Form ein Stift angebracht, der beim Pressen gleichzeitig das Loch in die Perle preßt und mit der Spitze bis in eine kleine Vertiefung des unteren Formenteiles reicht.

Soll ein Knopf mit Metallösen erzeugt werden, so muß der untere Teil der Form mit einem Loch zur Aufnahme dieses Metallstückes versehen sein. Es wird zuvor eingesetzt und mit dem freien Ende beim Schließen der Zange gleichzeitig mit in das Glas gedrückt. Wenn der Knopf am Boden mit einem Loch aus Glas versehen sein soll, wird am oberen, vorderen kurzen Teile der Form eine Schiebervorrichtung durch eine Schraube verbunden, deren Bolzen am unteren Teile durch einen Stift gerade geführt wird, Abb. 13. Vom Bolzen geht eine Nadel durch eine feine

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 14

Abb. 12 bis **14**
Drückzangen zur Herstellung von Glasperlen und Knöpfen

Öffnung des unteren Formenteiles durch die Glasmasse und drückt bei jedem Abdrucke gleichzeitig das Loch. Es wird also durch einen dazu bestimmten Vorsprung des Glases nach unten wagerecht geführt.

Die Stechform, Abb. 14, ist eine Erweiterung der gewöhnlichen Zangenform. In dem hinteren oberen Teile der Zange ist eine kräftige Spiralfeder angebracht und an dieser, also am letzten Teile der Zange, der Arm für den Schieber befestigt. Dadurch soll erreicht werden, daß bei ganz flachen Glaswaren das Loch nicht gleichzeitig mit dem Stück gepreßt wird, sondern erst nachher. Ganz flache Stücke werden sonst nicht vollkommen. Die Feder ist stark genug, den Druck zurückzuhalten, mit dem die Form um das Glas fest geschlossen werden kann, und erst ein noch viel stärkerer Druck vom Glasdrücker rollt die Feder zusammen, so daß der Hebelarm den Schieber in Bewegung setzt und dieser den Stift durch die Öffnung in das bereits fertige Stück drückt.

Das Glas wird verschiedenartig gepreßt. Sollen Knöpfe mit Metallösen gepreßt werden, so öffnet der Glasdrücker mit der rechten Hand die Form, setzt mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand die Ösen ein, nimmt wieder mit der linken Hand die Glasstange aus dem Feuer, hält den erweichten Teil in die Form und drückt mit der rechten Hand zu.

Die Form wird sofort wieder geöffnet, das fertige Stück, das noch mit dem Brockenrande an der Glasstange haftet, ausgehoben und mit der bereitliegenden Schere in den über dem Feuer im Fuchse stehenden Kühltopf abgeschnitten. Die Stange wird wieder ins Feuer gelegt und gleich da-

uf wird mit einer zweiten, die während des Arbeitsganges ngeschmolzen ist, derselbe Vorgang wiederholt.

Der Glasdrücker arbeitet, je nach der Größe und Herstellungsart der Ware, ferner nach seiner persönlichen Fertigkeit mit 2 bis 3 Stangen. Jedoch kann stets nur immer in einzelnes Stück hergestellt werden. Bei Knöpfen, wo as Loch in das Glas gepreßt wird, können von einer Stange aehrere Stücke hintereinander abgedrückt werden, soweit as Glas die erforderliche Schmelze hat. Bei großen Knöpfen der Stücken von 15 bis 20 mm Dmr. kann von einer Glastange stets nur ein Stück gepreßt werden, weil sonst vegen der kleinen Schmelzstücke die Ränder nicht vollkommen würden. Bei flachen Scheibchen und Gegenständen, die mit der Stechform oder mit der Maschine hergestellt werden, wird auf die gleiche Weise verfahren. Beim Druck von gewöhnlicher Stärke schließt sich die Form und preßt das Stück fertig und durch einen stärkeren Druck rollt sich die Spiralfeder, der Schiebearm setzt sich in Bewegung und schiebt den Schieber vor, der den Stift durch die Öffnung in das Glas drückt. Mit dieser Form werden 1 bis 15 mm große Stücke zu mehreren von einer Schmelze hintereinander hergestellt. Während der Arbeit wird die Form heiß, sie muß daher häufig gekühlt werden. [M 308]

Friedrichswald b. Gablonz Dr. Wilhelm Hannich

Luftfahrt

Das Großflugboot

Das Großflugboot, d. h., das mehrmotorige, seefähige für Personen- und Frachtbeförderung eingerichtete und mit den notwendigen Sicherheitsvorkehrungen (Funkentelegraphie) ausgerüstete Seeflugzeug, sei es Schwimmerflugzeug oder Flugboot im engeren Sinne, hat bei den bisherigen Überquerungen des nordatlantischen Ozeans keine Rolle gespielt. Lediglich Landflugzeuge haben bis heute die Strecke überwinden können, und unter ihnen haben wiederum die einmotorigen Flugzeuge, die aus dem Handelsluftverkehr zu Lande voraussichtlich in kurzem als veraltet zurückgezogen werden, die größten Erfolge gehabt. Die längste mit einem solchen Flugzeug durchflogene Strecke von 6270 km (Chamberlin im Juni 1927 von den Vereinigten Staaten nach Deutschland) übertrifft die größte in den letzten vier Jahren von einem Flugboot überwundene Entfernung von 2370 km (Flug Pinedos nach Südamerika im Juni 1927) um mehr als das 1½fache und den längsten überhaupt jemals durch ein Flugboot durchmessenen Weg von 3500 km (Flug Rodgers nach Hawai im August 1923) immer noch um fast 80 vH[1]).

Die Ursache für den geringen Anteil der Seeflugzeuge an den Langstreckenflügen der letzten Jahre ist die ungünstige Gestaltung der Gewicht- und Aufstiegverhältnisse. Die von einem Flugzeug erreichbare Flugstrecke kann unter bestimmten vereinfachten Annahmen — daß nämlich für den Wirkungsgrad der Luftschraube, die Gleitzahl, den Betriebsmittelverbrauch usw. unveränderliche Mittelwerte eingesetzt werden — durch die Gleichung ausgedrückt werden:

$$s = s_0 \varphi \ln \frac{G_1}{G_2}.$$

G_1 bedeutet das Gewicht beim Aufstieg mit vollen Behältern, G_2 das Landegewicht nach Verbrauch von Brenn- und Schmierstoff. φ ist $= 1 - \frac{w}{v}$, w die Geschwindigkeit des Gegenwindes, v die Eigengeschwindigkeit des Flugzeugs, φ gibt also die Wirkung des Windes wieder. s_0 ist $= \frac{\eta}{\varepsilon b}$, η der Luftschraubenwirkungsgrad, ε die Gleitzahl, d. h. das Verhältnis $\frac{\text{Widerstand}}{\text{Auftrieb}} = \frac{c_w}{c_a}$; $\frac{\eta}{\varepsilon}$ ist die von Prof. Everling sogenannte Weitflugzahl; b ist der Betriebsmittelverbrauch, er hat die Dimension kg/PSh also $\frac{\text{kg}}{\frac{\text{mkg}}{\text{s}}\text{s}} = \text{m}^{-1}$ oder km^{-1}. Die Größe $s_0 = \frac{\text{Weitflugzahl}}{\text{Betriebsmittelverbrauch}}$ ist die Strecke, die das Flugzeug bei Windstille ($\varphi = 1$) zurücklegen kann, wenn $\ln \frac{G_1}{G_2} = 1$, also $\frac{G_1}{G_2} = 2{,}718$.

In dem zahlenmäßigen Wert von s_0 ist der Einfluß der aerodynamischen Güte des Flugzeuges und der Schraube, sowie der Güte des Triebwerks, soweit sie mit dem Brennstoffverbrauch zusammenhängt, enthalten. s_0 ist demnach ein Wert, der von dem Stand der Technik abhängt und der als Maßstab benutzt werden kann. Bei den seinerzeit von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt entwickelten Wertungsformeln für den deutschen Seeflugwettbewerb 1926 war für das Normalflugzeug angenommen:

$$\eta = 0{,}65,\ \varepsilon = 0{,}09, \text{ also Weitflugzahl } \frac{\eta}{\varepsilon} = 7{,}2;$$

$$b = 220 \text{ g/PSh, also } \frac{0{,}22}{75 \cdot 3600} = 8{,}15 \cdot 10^{-7}\,\text{m}^{-1} = 8{,}15 \cdot 10^{-4}\,\text{km}^{-1}.$$

Damit wird $s_0 = 8860$ km.

Nach den bei dem Wettbewerb und bei den verschiedenen diesjährigen Dauerflügen der Junkers-Flugzeuge gezeigten Leistungen kann der Wert im besten Falle sogar noch etwas höher, zu ungefähr 9500 km, angesetzt werden. Ist es dann möglich, mit einer Brennstoffmenge, die das Abfluggewicht G_1 auf das 2,72fache des Gewichts ohne Brennstoff bringt, noch aufzusteigen, kann die Strecke von Europa nach Amerika mit großer Sicherheit selbst bei verhältnismäßig starkem Gegenwinde überwunden werden. In Wirklichkeit betrug beim Start der Junkers-Flugzeuge zum Ozean-Flug am 14. August 1927[2]) das Fluggewicht G_1 3800 kg, das Gewicht ohne Brennstoff 1620 kg, also war $\frac{G_1}{G_2} = 2{,}35$. Da $\ln 2{,}35 = 0{,}854$, hätte man also mit der vorhandenen Brennstoffmenge einen Flug über $0{,}854 \cdot 9500 \sim 8000$ km durchführen können.

Bei Flugbooten sind leider solch hohe Überlastungen bisher noch nicht entfernt erreicht worden. Bei den neuesten Bauarten führender deutscher und ausländischer Firmen schwankt der Anteil der Zuladung am höchsten Fluggewicht zwischen 26 und 48 vH und liegt meistens zwischen 35 und 40 vH. Von der Gesamtzuladung geht noch ein bestimmter Teil für Besatzung und Ausrüstung ab, — für den praktischen Verkehr muß ein weiterer zur Förderung der Wirtschaftlichkeit möglichst großer Teil für Nutzlast vorgesehen werden, und damit sinkt das Verhältnis $\frac{G_1}{G_2}$ ganz erheblich. Außerdem sind die Weitflugzahlen $\frac{\eta}{\varepsilon}$ auch noch etwas schlechter als oben vorausgesetzt, nur 3,8 bis 6,3 statt 7,2. Daher kommt es, daß als größter Flugbereich nur folgende Strecken angegeben werden:

Rohrbach, Baumuster Rocco, Flugbereich . . 1300 km
Dornier, Baumuster Superwal, Flugbereich . 1430 „
Dornier, Baumuster Wal, Flugbereich . . . 1700 „.

Leider ist es nicht wahrscheinlich, daß durch Vergrößerung der Flugzeuge diese Bedingungen besser werden. Behält man die bisher übliche Bauweise eines einzigen Rumpfes in Flügelmitte bei, dann sind die Grenzen der Vergrößerung sehr rasch erreicht, da das Gewicht der Flügel proportional dem Gesamtgewicht und der Spannweite, also mit höherer Potenz als das Gewicht selbst, wächst, der Gewichtanteil des Tragwerks rasch zunimmt. (Vergrößerungsgesetz von Lanchester.)

Mittels gesetzmäßiger Erhöhung der Flächenbelastung kann man diesem Gesetz zwar ausweichen, (Vergrößerungsgesetz nach Rohrbach) — ein wirklich großer Schritt vorwärts ist aber nur dann möglich, wenn man, wie Junkers und Rumpler vorschlagen, die Last über den Flügel verteilt, so daß Auftrieb und Belastung sich für jeden Abschnitt ausgleichen. Nach dem Vorschlag von Rumpler ist dann aber nötig, mehrere Schwimmkörper nebeneinander anzuordnen, und damit wird nach Meinung seemännischer Kreise die Seetüchtigkeit gefährdet. Bleibt man statt dessen bei einem oder zwei Schwimmkörpern, setzt sich das Flugzeug beim Zuwassergehen nur auf diese, also nur in der Mitte auf, die über die Flügel verteilten Lasten erzeugen starke, nach unten gerichtete und an großen Hebelarmen wirkende Massenkräfte; es entstehen von neuem große gewichtverzehrende Biegungsmomente. Eine Verteilung der Lasten über die Flügel ist infolgedessen nur von Vorteil, wenn die Beanspruchungen beim Zuwassergehen die im Flug nicht übersteigen. Berechnungen, die unter diesen Voraussetzungen durchgeführt worden sind, zeigen, daß der Anteil der freien Zuladung, die für Brennstoff und Nutzlast zur Verfügung steht, auch bei günstigster Vergrößerung 50 vH nicht überschreitet und bei stärkerer Vergrößerung langsam abnimmt.

Die Nachteile der Flugboote werden vermehrt, zum großen Teil bedingt durch die Schwierigkeiten beim Aufstieg. Der beim Abgleiten durch den Schraubenzug zu überwindende Wasserwiderstand der Schwimm- oder Bootskörper erreicht seinen höchsten Wert bei Geschwindigkeiten, die schon erheblich niedriger als die Geschwindigkeit beim Aufstieg liegen, also sehr viel niedriger als die mittlere

[1]) Vergl. Hoff, „Werft, Reederei, Hafen", Bd. 8 (1927) S. 504.

[2]) Vergl. Nachrichten für Luftfahrer Bd. 8 (1927) Heft 35.

Reisegeschwindigkeit. Nun ist es leider nicht möglich, eine Luftschraube so auszubilden, daß sie bei verschiedenen Geschwindigkeiten gleich hohe Wirkungsgrade erreicht. Eine Luftschraube, die für Reisegeschwindigkeit gebaut ist, fällt in ihren Leistungen sehr stark ab, sobald sie bei geringeren Geschwindigkeiten arbeiten soll. Umgekehrt ist eine Schraube, die bei der Geschwindigkeit des höchsten Wasserwiderstandes gut ist, unter Umständen schon bei der Startgeschwindigkeit, bei der das Flugzeug sich von dem Wasserspiegel abhebt, unbrauchbar.

Bei einem Aufstieg vom festen Boden aus hat man durch geneigte Ablaufbahnen einen Ausweg gefunden und dadurch die hohen Zuladungen überhaupt erst möglich gemacht. Bei Seeflugzeugen scheidet diese Möglichkeit natürlich aus, und deshalb ist für sie das höchste zulässige Fluggewicht in erster Linie durch die Startfähigkeit eng begrenzt. Vielleicht wird in der Zukunft einmal die Verwendung von Schlepperflugzeugen, wie sie kürzlich am Land ausprobiert wurde, oder auch eine Brennstoffübernahme im Fluge von Tankflugzeugen aus eine Lösung dieser Schwierigkeiten bieten.

Für das augenblicklich im Vordergrund stehende Ziel, den Flug von Europa westwärts nach Amerika, bilden neben den allgemeinen technischen Anforderungen die meteorologischen Verhältnisse noch eine besonders schwer zu übersteigende Schranke. Die Windrichtungen begünstigen den Flug ostwärts, — aber erschweren in der Regel den Flug in der Gegenrichtung. Solange es nicht möglich ist, die Fluggeschwindigkeiten so zu steigern, daß die Geschwindigkeit des Windes im Vergleich damit gering ist, müssen aus diesem Grunde für die Flugdauer Zuschläge von 30 bis 50 vH gegenüber der reinen Streckenleistung gemacht werden.

Der Bau und Betrieb von Großflugbooten stellt demnach große Aufgaben verschiedenster Art; auf aerodynamischem Gebiet: günstigste Gestaltung der Widerstände und Schraubenwirkungsgrade, auf hydrodynamischem: die Untersuchung der Wasserwiderstände, Trimm- und Giermomente vor allem bei unruhiger Wasseroberfläche, — Erfassung der Landestöße als Grundlage der statischen Berechnung usw.

Die konstruktive Durchbildung vieler Einzelteile wird sich von der der Landflugzeuge stark unterscheiden. — Für die Navigation müssen noch neue Verfahren erprobt, die Wetterberatung muß ausgebaut werden. Nur engste Zusammenarbeit der verschiedenen Wissensgebiete kann deshalb den Erfolg bringen. [N 1046]

Berlin-Karlshorst K. Rühl

Kleine Mitteilungen

Lokomotiven mit Triebtender

Die Missouri – Pacific-Bahn hat probeweise zwei ihrer großen Lokomotiven mit Triebtendern ausgerüstet, damit sie schwere Güterzüge ohne Vorspann über starke Steigungen befördern können. Eine 1 E 1-Lokomotive (190 t) und eine 1 D + D 1-Mallet-Lokomotive (205 t) sind zu diesem Zwecke mit neuen, besonders schweren Tendern (je 137 t) versehen worden, die in ihren beiden dreiachsigen Drehgestellen besondere Lokomotivmaschinen enthalten. Je zwei von den drei Achsen sind Treibachsen. Die Zugkraft der 1 E 1-Lokomotive wuchs mit dem neuen Antrieb von 38 000 kg auf 51 000 kg, d. h. um rd. 34 vH, die der Mallet-Lokomotive stieg von 43 000 kg auf 55 000 kg, also um 28 vH. Die Tendertriebwerke setzen sich selbsttätig mit dem Öffnen des Reglers für die Hauptmaschine in Bewegung. Der Probebetrieb ist befriedigend verlaufen. („Railway Age“ 17. Dezember 1927 S. 1221*) [N 1136 a] Gsl.

Zentralisierte selbsttätige Feuerungsanlagen

Der Bericht über die 72 gemeinsam geregelten Kessel im Kraftwerk Williamsburgh[1]) ist dahin zu berichtigen, daß der Einbau der Regelanlage zwar große betriebstechnische und wärmewirtschaftliche Vorteile, aber keine Lohnersparnisse gebracht hat. Zwar genügt zur Überwachung der gesamten Regelanlage in jeder Schicht ein Mann, dem aber während der Tagesschicht noch zwei Schlosser für die Instandhaltung beigegeben sind. Daher ist die Kopfzahl der Bedienung sogar etwas größer geworden; aber die Heizer brauchen sich jetzt nicht mehr um das Anpassen der Kesselfeuer an die Belastung, an das Gleichhalten des Druckes usw. zu kümmern, was wegen der starken Lastschwankungen Schwierigkeiten machte, sondern können ihre Aufmerksamkeit voll der Feuerung zuwenden und für gute Verbrennung bei hohem Wirkungsgrad sorgen. Obwohl sich also die Lohnkosten nach Einbau der Regelanlage nicht verringert, sondern tatsächlich erhöht haben, soll die Kesselanlage bei den starken Lastschwankungen jetzt wirtschaftlicher arbeiten. [N 1136 b] Pt.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1793: „Power“ Bd. 66 (1927) S. 770.

Mengenmessung bei Druckluft

Für die Bedürfnisse des Randgebietes in Südafrika haben Laschinger, Furniraal und Maclaren einen selbstschreibenden Druckluftmesser entwickelt, der in der Art eines Rückschlagventils mit beschwerter Klappe arbeitet und bei dem die von der Klappe freigegebene Durchflußöffnung so bemessen ist, daß gleichen Änderungen des Klappenausschlages gleiche Änderungen der durchfließenden Luftmenge entsprechen. Von diesem Gerät, dessen Genauigkeit zwischen 100 und 5 vH der größten Luftmenge 1 vH beträgt und dessen Widerstand bei der größten Durchflußmenge nur 0,07 at Druckverlust hervorruft, sind bereits etwa 300 im Randgebiet eingebaut worden. Die ältesten davon haben nach zweijährigem Gebrauch bei der Nachprüfung keine Verminderung der Genauigkeit gezeigt. Das Meßgerät eignet sich aber nur für gleichmäßige Druckluftströme, die von Turbokompressoren geliefert werden. Bei wechselnden Strömungen will man seine Anwendung durch Dämpfen der Schwingungen möglich machen. („The Engineer“ 30. Dezember 1927 S. 747*) [N 1136 c] H.

Unterbrochener rechtwinkliger Rollförderer mit Wendetisch

Die auf den Ober- und Unterkastenformmaschinen fertiggestellten Formkasten setzt man im allgemeinen bisher in der Form zusammen, daß man den Unterkasten auf den Boden stellt und den Oberkasten aufsetzt. Um diese Arbeit zu vermeiden, hat die Osborn Mfg. Co. einen unterbrochenen rechtwinkligen Rollförderer mit Wendetisch zwischen di[e] beiden Formmaschinen eingebaut. Die Anordnung ist: Unterkastenformmaschine, Rollförderer, um 90° waagerecht drehbarer Wendetisch mit Rollen, Oberkastenformmaschine, senkrecht zum Rollföderer anschließend a[n] den Wendetisch zweiter Rollförderer mit natürlichem Gefälle zum Gießförderband. Der fertiggestellte Unterkasten rollt infolge seines Gewichtes auf den Wendetisch, der ein[e] Haltevorrichtung hat. Der Oberkasten wird auf den Unterkasten gesetzt, der Wendetisch um 90° gedreht, und di[e] gießfertige Form rollt zum Gießförderband. („The Iro[n] Age“ Bd. 120 (1927) S. 1718) [N 1136 d] Gw.

Vierschrauben-Motorfracht- und Fahrgastschiff „Bermuda“

Das Motorschiff „Bermuda“ ist das erste größer[e] Fracht- und Fahrgastschiff, das mit Doxfordmotoren de[r] neueren Bauart[1]) ausgerüstet worden ist. Die Hauptabmessun[-]gen des Schiffes betragen: Länge zwischen den Loten 160 m, Breite 22,5 m, Seitenhöhe bis C-Deck 13,72 m, Tiefgang i[m] Bermudadienst 7,32 m, größter Tiefgang 8,15 m. Das Schi[ff] hat 19 086 B.-R.-T. Raumgehalt. In Zusammenhang mit de[m] beschränkten Tiefgang ist wegen der geringeren Bauhöhe de[r] Motoren der Vierwellenantrieb gewählt worden. Auf de[r] Probefahrt wurde die Geschwindigkeit mit 19 Kn auf de[r] Skelmorlie-Meßmeile bei 14 500 PS_e Höchstleistung ermittel[t]. Im Anschluß hieran fand eine 24stündige Fahrt bei de[r] Leistung von 11 250 PS_e und eine 12stündige bei 13 500 PS statt. („The Motorship“ London Januar 1928 S. 354) [N 1136 e] Ls.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1210.

Selbsttätiger Fernsprechbetrieb in London

In London ist das Holborn-Fernsprechamt als erst[es] Selbstanschlußamt des inneren Stadtgebietes kürzlich in Be[-]trieb genommen worden; es hat 9400 Teilnehmer. Au[s-]gerüstet ist es mit Strowger-Wählern der Automatic Tel[e-]phone Mfg. Co. Kurz vorher war im gleichen Gebäude da[s] Hilfsamt (mechanical tandem) zur Vermittlung zwische[n] den Handämtern und dem Selbstanschlußamt in Betrieb ge[-]kommen. Die Umstellung des ganzen Londoner Fernsprech[-]netzes auf selbsttätigen Betrieb wird voraussichtlich etwa über zehn Jahre in Anspruch nehmen. („Engineering“ 30. Dezember 1927 S. 854*) [N 1136 f] Pa.

BÜCHERSCHAU

issenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt E. V. (WGL). Arbeiten zur Luftnavigierung. Herausgeg. vom Navigierungsausschuß der WGL. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 63 S. m. 72 Abb. Preis 6,50 *M*.

Die Ausgestaltung einer zuverlässigen Luftnavigierung t seit Jahren zu einem wichtigen Betätigungsfeld der Vissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt geworden, und nen Teil dieser Arbeiten finden wir in dem vorliegenden uche wiedergegeben. Naturgemäß mußten auf diesem euen Gebiete nicht bloß neue Arbeitsverfahren erdacht, ondern auch neue Geräte erst geschaffen werden. „Die latzorientierung im Luftfahrzeug bei Nacht" behandelt eleuchtungs- und Kennungsfragen von Flugplätzen und lugstrecken, und die „Probleme der terrestrischen Navigation im Luftfahrzeug", beide von Kapitän Boykow, nthalten die eigenartigen Aufgaben, die dem Luftfahrer ei Erdsicht unter Berücksichtigung der Windabweichung ntgegentreten. Von Everling stammt der Beitrag: Neigungsmesser und Wendezeiger für Flugzeuge", eine sselnde Auseinandersetzung über die mechanischen Prinpien des Fluges und der Fluginstrumente, sowie über ie Schwierigkeit der Neigungsmessungen. Dem dreidimenonalen Charakter des Luftweges entsprechend belehrt uns ndlich der Aufsatz von Koppe „Die Höhenmessung in er Luftnavigation" über die mancherlei sinnreichen Einchtungen, die erdacht worden sind zur einwandfreien ösung dieses Aufgabenkreises.

Die besprochenen Geräte und Navigierungsverfahren ssen erhoffen, daß in nicht allzu ferner Zeit der Flug in er Nacht oder bei Nebel erfolgreich durchgeführt werden ann. Sie sind daher von größter Wichtigkeit für jeden, der ich mit Luftverkehrsfragen beschäftigt. Darüber hinaus nachen aber die hereingezogenen mathematischen, mechaischen und meteorologischen Fragen das Buch lesenswert nd interessant auch für den nicht unmittelbar an der Luftahrt beteiligten Techniker. [E 955] A. Pröll

xperimentelle Statik. Von Chr. Rieckhof. Darmstadt 1927, Selbstverlag. 128 S. m. 70 Abb. Preis 6,80 *M*.

Das gut ausgestattete, übersichtlich geordnete Werkchen ührt uns an der Hand vieler lehrreicher Beispiele in ein eues Verfahren ein, nach dem man statisch unbestimmte ufgaben der Baustatik auf experimentellem Wege im betimmten Modellmaßstab mit Stahlstabwerk an Stelle der blichen Berechnungen leicht verständlich lösen kann.

Es werden im Abschnitt a bis g nach einer allgemeinen Einführung die Erzeugung und Auswertung von Biegeinien nach dem Nupubest-Verfahren[1]), die „Erzeugung und Auswertung von Einflußlinien, die Stabsysteme mit elastichem Zugband, ferner Temperaturänderungen, Fachwerkräger und Raumstabwerke behandelt"; außerdem werden m Anhang 1 bis 4 das Nupubest-Gerät (Nullpunktbestimnungsgerät) und die Handhabung der Einzelteile mit eräuternden Ausführungen, Formeln für Lage und Größe ler Ersatzkraft bei verschiedenen Belastungsfällen, schließlich die amtliche Zulassung von Festigkeitsnachweisen für statisch unbestimmte Systeme durch die Staatliche Prüfungstelle für statische Berechnungen in Berlin eingehend erörtert.

Das verhältnismäßig schnell und zuverlässig zu einer Lösung führende Verfahren, das aber geeignete Vorbereitung und das volle Verständnis eines geübten Statikers voraussetzt, kann vor allem für die Einführung von Studierenden in die Gesetze statischer Wissenschaft, aber auch für die Prüfung bei staatlichen und kommunalen Baupolizeibehörden, sowie für den Ingenieur der Baupraxis und Industrie in Frage kommen.

Natürlich kann die praktische Verwendbarkeit solcher Apparate erst nach längerer Erfahrung im Verhältnis zu den üblichen Berechnungsarten und Formeln einwandfrei beurteilt werden. [E 961] Dr.-Ing. Herbst

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) Ergänzungsheft Technische Mechanik S. 72.

Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. Von J. Jahn. Berlin 1927, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 151 S. m. 27 Abb. Preis 10 *M*.

Die Berechnung der Spurkranzdrücke ist nur möglich, wenn man die Stellung des Fahrzeuges in einer Krümmung eben unter dem Einfluß dieser Spurkranzdrücke kennt. Der Verfasser stellt fest, daß diese Forderung jahrzehntelang vernachlässigt worden ist. Die frühere Vermutung, daß ein Fahrzeug sich von der ersten bis zur letzten Achse als Sehne in einem Kreise einstellt, entspricht keineswegs den wirklichen Verhältnissen. Eine spätere Annahme, daß die letzte im Hauptrahmen festgelagerte Achse im Halbmesser laufe, kam den tatsächlichen Verhältnissen wohl etwas näher, ergab aber für gewisse Bauarten noch erhebliche Fehler. Daher hat der Verfasser es unternommen, die Fälle für alle Achsanordnungen eines Fahrzeuges zu untersuchen.

Zieht man in Betracht, daß das Zwängen in den Krümmungen, hervorgerufen durch die Schrägstellung der Achsen, eine starke Abnutzung der Reifen und Schienen bedeutet, so kommt der Lösung der Frage auch eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu.

Die Betrachtungen des Verfassers beziehen sich auch auf Neben- und Kleinbahnen, die ja besonders scharfe Krümmungen aufweisen. Auch die Fahrt in den Übergängen von den Graden in die Krümmungen und umgekehrt werden behandelt. Dem rechnerischen Verfahren folgt das zeichnerische.

Das Buch soll dem Maschinenbau- und dem Bauingenieur gleiche Dienste erweisen. [E 1037] Krs.

Die Trockentechnik. Von M. Hirsch. Berlin 1927, Julius Springer. 366 S. m. 234 Abb. Preis 31,80 *M*.

Der Verfasser behandelt im ersten Teil seines Buches besonders eingehend die Theorie des Trocknens und bringt, gestützt auf das Molliersche Wärmeinhalts-Feuchtigkeits-Diagramm, ausführlich bildliche Darstellungen der Trocknungsvorgänge. Das Buch ermöglicht es, den Zustand von Trockengut und Trockenmittel unter weitgehender Berücksichtigung der auftretenden Nebenerscheinungen zeitlich genau zu verfolgen. Außer kurzen Betrachtungen über die Trockenguteigenschaften sind noch die Wärmedurchgang- und Übergangzahlen eingehend behandelt; einige Zahlenbeispiele erläutern die Anwendung der entwickelten Berechnungsverfahren.

Im zweiten Teil werden die Trockenbetriebe selbst beschrieben und die verschiedensten Ausführungsformen von Trockenanlagen und ihre Anpassung an die besonderen Eigenschaften der einzelnen Trockenstoffe besprochen. Der praktische Teil des Buches ist kurz gehalten, er führt jedoch die gebräuchlichsten Trockeneinrichtungen vor Augen. Zu bedauern ist, daß der Teil des Buches, der sich auf die Trocknung von Kohlen bezieht, nur kurz gestreift wird. Hier wäre es bei der heutigen Bedeutung der Kohlentrocknung zweckmäßig gewesen, wenn der Verfasser sich über die Möglichkeiten, die Trocknung wirtschaftlich durchzuführen, geäußert hätte. Das ist jedoch für die Beurteilung des vorliegenden Werkes nicht von ausschlaggebender Bedeutung, da sich der Verfasser wohl zur Aufgabe gestellt hat, die Theorie der Trockenvorgänge eingehend zu behandeln. Denn hierdurch wird dem Betrieb die Möglichkeit gegeben, durch mathematische Beherrschung der Trocknung genaue Wärmebilanzen aufzustellen und den auftretenden Betriebschwierigkeiten, wie wechselnder Feuchtigkeitsgehalt usw., leichter beizukommen.

[E 993] M. Gensecke

Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken. Von Herbert W. Hall. 3. Aufl. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 66 S. m. 18 Abb. Preis 5,20 *M*.

Die vorliegende 3. Auflage des Hallschen Werkes ist eine ganz neue Schrift geworden, die den umfangreichen Stoff auf weniger als die Hälfte des früheren Umfanges zusammendrängt und unter völlig andern Gesichtspunkten gliedert. Das Streben nach Systematik beherrscht die Darstellung in den ersten beiden Teilen: „Buchhaltung" und „Selbstkostenrechnung"; die inneren Zusammenhänge dieser Teile des Rechnungswesens, die Entwicklung der kurzfristigen Erfolgsrechnung und der Nachrechnung kommen dabei klar zur Geltung. Dem Aufbau der Selbstkostenrechnung sind die von Schilling in seiner „Lehre vom Wirtschaften"[1]) entwickelten Gedanken der drei Pläne zugrunde gelegt; ihre stark zusammengedrängte Wiedergabe in der Hallschen Schrift setzt, wie überhaupt die ganze Darstellungsart, eine gewisse Vertrautheit des Lesers mit dem grundlegenden Schrifttum des industriellen Rechnungswesens voraus.

[1]) VDI-Verlag 1925.

Am Schlusse des Werkes folgt als dritter Teil eine Darlegung der „Standardtheorie und -praxis" mit kritischer Würdigung. Eine Fülle neuzeitlicher Gesichtspunkte kommt so in dem Werke zur Geltung, das dabei — fast möchte man sagen: leider — zwar keine Fortbildung des früheren „Hall" mehr geworden ist, wohl aber eine selbständige Arbeit über die neuzeitliche Entwicklung der Kostenrechnung.
[E 1013] Zeidler

La Classification Décimale. Publication Nr. 152 des Institut International de Bibliographie, Brüssel. 8°, 57 S. Preis 0,90 *M*.

Das vorliegende Heft ist die Einleitung zum Neudruck der seit vielen Jahren vergriffenen französischen Fassung der internationalen Dezimalklassifikation. Es enthält zu einem Viertel eine Darstellung der Theorie und im übrigen Teile die gekürzten Tafeln nebst alphabetischem Verzeichnis. Die Dezimalklassifikation soll den Zweck erfüllen, das Schrifttum einheitlich zu verzeichnen. Die Vorarbeiten dazu sind von dem „Institut International de Bibliographie" geleitet worden. Die vollständige Fassung wird ungefähr 40 000 Gruppen enthalten. Die technischen Gebiete sind alle durch die Gruppe 6 gekennzeichnet, d. h. alle mit 6 beginnenden Klassifikationen beziehen sich auf technisches oder technologisches Schrifttum. Diese Stoffeinteilung, in engem Zusammenhang mit Normungsbestrebungen auf literarischem Gebiet, ist dazu bestimmt, die internationale geistige Zusammenarbeit zu fördern. Ob die Klassifikation für die Zwecke des technischen Schrifttums jetzt besser brauchbar ist als frühere Einteilungen, muß noch abgewartet werden. [E 891] Krs.

Sechste technische Tagung des Deutschen Braunkohlen Industrie-Vereins E. V. Halle a. S. April 1927. Hall a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 125 S. Preis 5,80 *M*.

Eröffnung der Tagung durch den Vorsitzenden de Deutschen Braunkohlen-Industrievereins. — Wirtschaftlich keit der Braunkohlen-Staubfeuerung. — Herstellung un Verwendung von Braunkohlenstaub im rheinischen Braun kohlenrevier. — Die Veredlung der Braunkohle zum Briket und die dabei für die Trocknung zu beachtenden Grund lagen und Einrichtungen. — Die Entwicklung der Absetz technik. — Die Normung im Bergbau unter besonderer Be rücksichtigung des Braunkohlen-Bergbaues.

Werkstoff-Handbuch Nichteisenmetalle. Herausgeg. von de Deutschen Gesellschaft für Metallkunde im Verein Deu scher Ingenieure. Berlin 1927, Beuth-Verlag. Ringbu mit vorl. 336 S., 186 Abb. u. 32 Normblättern. Preis 24 *M*

Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch **Lehrmittelverzeichnis L 17 Herbst 1927.** Berlin. Kostenlo

Aus Georg Simon Ohms handschriftlichem Nachlaß. Vo Ludwig Hartmann. München 1927, Bayerland-Verlag 255 S. m. 7 Abb. Preis 5,40 *M*.

Die deutsche Zement-Industrie. Herausgeg. von Dr. Rie pert. Berlin-Charlottenburg 1927, Zement-Verlag 1099 S. mit 682 Abb. Preis 44 *M*.

Verkehrs-Taschenatlas von Deutschland, Österreic Tschechoslowakei nebst Grenzgebieten. Von C. Opit Verkleinerte Ausg. des Eisenbahn- und Verkehrs-Atla von Europa. Leipzig 1927, J. J. Arnd. 24. Aufl. Aus 1927/28. 320 S. Preis 6,50 *M*.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Haushalt-Kältemaschinen

In meinem Aufsatz über Haushaltmaschinen in Heft 40 und 41 habe ich die Bemerkung gemacht, daß Chlormethyl bisher in Deutschland nicht in genügender Reinheit zur Verfügung stehe. Demgegenüber teilt die I. G. Farbenindustrie, A.-G., Ludwigshafen, mit, daß sie Chlormethyl absolut wasserfrei und vollkommen rein in den Handel bringt. Somit bestehen auch in Deutschland gegen die Verwendung von Chlormethyl keinerlei Bedenken.

Bei der Betrachtung von Absorptionsmaschinen habe ich ferner bemerkt, daß bei diesen ein wirtschaftlicher Betrieb in der Regel nur bei Beheizung mit Gas oder flüssigen Brennstoffen möglich ist (S. 1439). Hiergegen nimmt die Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Werbeabteilung, Berlin, Stellung, indem sie folgendes Zahlenbeispiel anführt:

„Für den durchschnittlichen Haushaltgebrauch kommt ein Kühlschrank mit einem Nutzinhalt von etwa 200 l in Frage. Zur Beheizung dieses Schrankes werden 2,5 kWh oder 1 m³ Gas für die Kühlperiode (24 h) gebraucht. Für Haushaltzwecke werden in Deutschland während der Zeit von 22 h bis 6 h für Nachtstrom durchschnittlich 8 Pf./kWh erhoben, während der durchschnittliche Gaspreis mit 20 Pf./m³ anzusetzen ist. Das ergibt also Kostengleichheit beider Heizmittel. Selbst wenn sich dieses Verhältnis in dem einen oder andern Bezirk zu ungunsten der Elektrizität verschieben sollte, spielen doch Betriebsmehrkosten in Höhe von 1 bis 2 *M* monatlich im Hinblick auf die Gesamtkosten auch für einen einfacheren Haushalt überhaupt keine Roll gleichgültig, ob man einen Kühlschrank als Luxus- oder B darfsartikel betrachtet. Von einer Unwirtschaftlichkeit d elektrischen Betriebes kann also gar keine Rede sein, zum hiermit die größere Bequemlichkeit, die größere Sauberke und die größere Betriebsicherheit verbunden sind."

Ich möchte hierzu noch bemerken, daß bei den in dies Zuschrift angenommenen Strom- und Gastarifen in der T die elektrische Beheizung ebenso wirtschaftlich werden kan wie Gasheizung. Leider aber haben bis heute noch lang nicht alle Städte so niedrige Tarife für Nachtstrom eing führt.

Außerdem läßt es sich nicht immer so einrichten, da die Beheizung der Absorptionsmaschinen gerade in die Ze von 22 h bis 6 h fällt. Absorptionsmaschinen mit ununte brochenem Betrieb, die mit der Hand bedient werden, könn nur zu einer Zeit beheizt werden, in der die bedienende Pe son zur Verfügung steht. Stetig arbeitende Absorption maschinen mit voll selbsttätigem Betrieb sind Tag und Nac im Gang und schalten sich dann ein, wenn die Temperat im Kühlschrank über ein bestimmtes Maß gestiegen ist. S arbeiten also sowohl in den Tages-, als auch in den Nach stunden, so daß der billige Nachttarif nur in beschränkte Umfang zur Senkung der Betriebskosten beitragen kan Es ist nicht in allen Fällen zulässig mit einem mittler Preis von 8 ₰/kWh zu rechnen. Dagegen gibt es vie Städte, in denen der Gaspreis niedriger ist als 20 ₰/m³.

Karlsruhe. [D 1117] R. Plank.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 | SONNABEND, 21. JANUAR 1928 | Nr. 3

Fünfzig Jahre Berliner Stadtentwässerung

Von Magistratsoberbaurat F. Langbein, Direktor der Berliner Stadtentwässerung

Geschichtliche Übersicht: der Wiebesche und der Hobrechtsche Entwurf. — Die gegenwärtig bestehenden Anlagen. — Gegenwartsaufgaben: Fortschritte in der Leistungsfähigkeit der Pumpwerke, Verwendung der Abwässer, Vorkläranlage Waßmannsdorf.

Am 1. Januar 1928 war seit der Inbetriebnahme des ersten Pumpwerkes der Berliner Stadtentwässerung ein halbes Jahrhundert verflossen. Nur wenigen der nahezu 4 Mill. Einwohner unserer Reichshauptstadt, die jetzt die Wohltat einer der allgemeinen Gesundheit dienenden Abwasserbeseitigung genießen, dürfte heute noch zu Bewußtsein kommen, daß der Tag der Inbetriebnahme der Kanalisation einen Markstein von höchster Bedeutung in der Berliner Stadtgeschichte bildet, und kaum einer wird daran denken, daß seinerzeit der Beginn des Entwässerungswerkes nach jahrzehntelangen Erwägungen, Vorverhandlungen, wissenschaftlichen und praktischen Untersuchungen sowie nach überaus heftigen Kämpfen in Wort und Schrift von der gesamten Bürgerschaft als befreiende Tat begrüßt wurde.

Abb. 1
Die Friedrichstraße an der Kreuzung mit der Französischen Straße im Jahre 1865

Die breiten und tiefen Straßenrinnen, die sich an den Bordkanten der Bürgersteige hinziehen, dienten zur Aufnahme der häuslichen Brauchwässer und des Regenwassers. Sie waren an den Übergängen und Toreinfahrten durch hölzerne Bohlen überdeckt und bildeten, abgesehen von ihrer Unsauberkeit, besonders im Winter bei Schneefall und Frost äußerst gefährliche Verkehrshindernisse.

Geschichtliche Entwicklung

Von dem Umfange der gesundheitlichen Mißstände in Berlin vor Einführung der Entwässerung kann man sich jetzt nur noch eine schwache Vorstellung machen, aber schon eine oberflächliche Durchsicht des sich hierauf beziehenden Schrifttums der vierziger bis sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts läßt erkennen, daß die Bezeichnung „grauenvoll" noch zu milde ist, um die damaligen Zustände treffend zu veranschaulichen. Das Regenwasser und das von den Grundstücken kommende Brauchwasser flossen offenen 0,5 bis 1,0 m breiten und bis zu 0,6 m tiefen Straßenrinnen zu, die sich als gefährliche Verkehrshindernisse an den Bordkanten der Bürgersteige entlangzogen und in denen das mit Unrat aller Art beladene Wasser seinen übelriechenden, faulenden Schlamm zurückließ, Abb. 1[1]). Die Straßenrinnen ergossen ihren ekelerregenden Inhalt in die öffentlichen Wasserläufe und Gräben, entweder unmittelbar oder durch systemlos mit ungenügendem Gefälle verlegte unterirdische Kanäle, die mangels jeglicher Spülung und Räumung nichts weiter waren als langgestreckte, unterirdische, die Luft verpestende Dunggruben. Die menschlichen und tierischen Ausscheidungen wurden auf den eng bebauten Grundstücken in Gruben gesammelt, zersetzten sich darin unter Entwicklung stinkender, giftiger Gase und verbreiteten bei ihrer Abfuhr ekel- und erbrechenerregende Düfte, die durch die Fugen der geschlossenen Fenster in die Wohnräume drangen und sich tagelang in den rings umbauten Hofräumen hielten.

Obgleich mit dem Wachstum der Stadt diese trostlosen Verhältnisse eine durchgreifende Beseitigung der Mißstände gebieterisch forderten, und obgleich bereits im Jahre 1842 Geh. Oberbaurat Crelle in einem in der Akademie der Wissenschaften gehaltenen Vortrag ausgeführt hatte, daß nur durch die Beseitigung der offenen Straßenrinnen und durch die Herstellung eines einheitlichen Systems unterirdischer, durch Wasserleitung gespülter Abzugskanäle Abhilfe zu schaffen sei, konnte man sich doch vorerst noch nicht dazu entschließen, die geplagte Stadt durch ein großzügig angelegtes Kanalisationsnetz von den Straßenrinnen und Dunggruben zu befreien. Man glaubte vielmehr, durch eine ausgiebige Spülung der Rinnsteine und eine andre Reglung des Latrinenwesens des Übels Herr zu werden. So verpflichtete im Jahre 1852 die Staatsregierung, der damals die Fürsorge für die öffentlichen Straßen oblag, die englischen Unternehmer Fox & Crampton, das für die Spülung der Rinnsteine und für das Besprengen und Reinigen der Straßen nötige Wasser unentgeltlich zu liefern, wofür sie ihnen als Gegenleistung die Errichtung und den Betrieb eines Wasserwerks genehmigte und das ausschließliche Recht einräumte, die Einwohnerschaft 25 Jahre hindurch

[1]) Abb. 1 bis 23 sind dem Werke „50 Jahre Berliner Stadtentwässerung 1878—1928" entnommen, das im Auftrage des Magistrats von Stadtbaurat Hermann Hahn, Vorsitzendem der städtischen Tiefbaudeputation, und Magistratsoberbaurat Fritz Langbein, Direktor der Stadtentwässerung, zu Anfang dieses Jahres im Verlag von Alfred Metzner, Berlin SW 61, herausgegeben worden ist, Abb. 25 bis 27 sind der Zeitschrift „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 1113 und 1114 entnommen.

Abb. 2
Der Kanalisationsentwurf von Wiebe aus dem Jahre 1861

Die beiden Hauptsammler *b–c–d–e* und *b–i–n–o–k–p* vereinigen sich im Pumpwerk *b*, wo die Abwässer in den Ausgußkanal *b–a* gehoben werden. Alle Hauptkanäle verlaufen gleichgerichtet mit den öffentlichen Wasserläufen, von denen die Nebensammler mit freiem Gefälle nach den Hauptkanälen ausgehen. Das ganze Kanalnetz kann daher mit dem Wasser der Spree und des Landwehrkanales gespült werden. Der Entwurf umfaßte eine Fläche von 2553 ha.

gegen Entgelt mit Wasser zu versorgen. Bald zeigte sich jedoch, daß man versucht hatte, den Teufel durch Beelzebub auszutreiben. Die Wasserversorgung der Grundstücke, mit der vor allem auch die Einführung der Wasserklosetts verbunden war, vermehrte die Abwassermengen in geradezu beängstigender Weise. Die Straßenrinnen mußten immer mehr vergrößert werden, und die Verunreinigung der öffentlichen Gräben und Wasserläufe nahm einen nie geahnten Umfang an.

Um diesen unhaltbaren Zuständen ein Ende zu bereiten, beauftragte im Jahre 1860 der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten den Geh. Baurat Eduard Wiebe, die Entwässerungsanlagen von Hamburg, Paris und London sowie einiger andrer englischer Städte an Ort und Stelle zu studieren, und auf Grund dieser Studienreise, an der unter andern auch der Baumeister Hobrecht, der spätere Erbauer der Berliner Kanalisation, teilnahm, eingehende Vorschläge für die Sanierung Berlins zu machen. Der auf Grund dieses ministeriellen Auftrages im Jahre 1861 vorgelegte, sehr ausführliche Wiebesche Entwurf[1a] für die Entwässerung Berlins sah zu beiden Seiten der Spree je einen Hauptsammelkanal vor, Abb. 2. Beide Kanäle, deren südlicher die Spree mittels eines Dückers kreuzte, vereinigten sich auf dem westlich der damaligen Ortschaft Moabit außerhalb des bewohnten Gebietes angeordneten Pumpwerk, das die Abwässer in einen höher gelegenen Ausgußkanal förderte. Dieser sollte in 2,3 km Entfernung vom Pumpwerk oberhalb von Spandau in die Spree münden.

Gegen diesen Entwurf, der in der breitesten Öffentlichkeit eingehend erörtert wurde, erhoben sich jedoch zahlreiche Bedenken. Insbesondere verlangte die Landwirtschaft unter Führung des Ministers für die landwirtschaftlichen Angelegenheiten die restlose Ausnutzung der Dungstoffe, wobei sie auf die großen gesundheitlichen Gefahren hinwies, die die Einleitung der menschlichen und tierischen Ausscheidungen oberhalb Spandaus in die Spree zur Folge haben würde. Obgleich daher die Königliche technische Baudeputation und schließlich auch im Jahre 1866 der Magistrat rückhaltlos für den Wiebeschen Entwurf eintraten, lehnte die Stadtverordnetenversammlung eine entsprechende Magistratsvorlage ab und beschloß, Anfang des Jahres 1867, eine aus Magistratsmitgliedern und Stadtverordneten gebildete gemischte Deputation einzusetzen, die unter Führung von Dr. Rudolf Virchow alle einschlägigen hygienischen, technischen und wirtschaftlichen Fragen eingehend untersuchen und gegebenenfalls neue Vorschläge machen sollte. Für die Leitung der Deputationsarbeiten wurde ein besonderes Bureau unter dem aus Stettin berufenen Baurat Hobrecht gegründet, der seinerzeit auch an der Wiebeschen Studienreise teilgenommen hatte.

Die Verhandlungs- und Forschungsergebnisse dieser Deputation haben für das Berliner Entwässerungswesen klassische Bedeutung erlangt. Sie wurden in einem, im Dezember 1872 von Virchow erstatteten, 168 Druckseiten umfassenden Generalbericht und in 13 umfangreichen Sonderheften niedergelegt, die von Sachverständigen der verschiedensten Fachrichtungen bearbeitet waren[1b].

Der auf Grund dieser Untersuchungen aufgestellte Hobrechtsche Entwässerungsentwurf teilt die gesamte Stadtfläche in 12 Einzelgebiete, Radialsysteme genannt, deren Begrenzung die öffentlichen Wasserläufe und die durch die Geländehöhen bedingten natürlichen Wasserscheiden bildeten, Abb. 3. In jedem Radialsystem sollte das gesamte von den Grundstücken und Straßen kommende Abwasser (Regenwasser und Brauchwasser nebst Fäkalien) durch Gefälleitungen einem Pumpwerk zufließen, das die Aufgabe hatte, die Abwässer durch ein eisernes Druckrohr von 1,0 m Weite nach dem etwa 15 bis 20 km entfernten Rieselfelde zu fördern. Das Gefälleitungsnetz sollte durch zahlreiche Notauslaßkanäle, die bei heftigen Regengüssen im allgemeinen selbsttätig in Wirksamkeit treten sollten, nach den öffentlichen Wasserläufen entlastet werden.

Dieser Entwurf, dessen sofortige Ausführung von den städtischen Körperschaften beschlossen wurde, schloß sich zwar hinsichtlich des s. Z. vielumstrittenen Grundgedankens, sämtliche Abwässer einschließlich der menschlichen und tierischen Ausscheidungen in die Kanalisation aufzunehmen, dem Wiebeschen Entwurf vollkommen an

[1a]) Z. Bd. 15 (1871) S. 458.

[1b]) Z. Bd. 20 (1876) S. 432.

Abb. 3

Der Kanalisationsentwurf von Hobrecht aus dem Jahre 1872

Das Stadtgebiet ist in 12 Einzelgebiete (Radialsysteme) geteilt, von denen jedes ein Pumpwerk erhält, dem die Abwässer durch Gefälleitungen zufließen. Die Pumpwerke fördern das Wasser durch eiserne Druckrohre nach den 15 bis 20 km von der Stadt entfernten Rieselfeldern. Der Entwurf umfaßte eine Fläche von etwa 6000 ha.

wies jedoch, abgesehen von erheblich weitergehenden Berechnungsannahmen, zwei bedeutungsvolle Verbesserungen auf, nämlich die Reinigung und die landwirtschaftliche Nutzung der Abwässer auf den in der weiteren Umgebung der Stadt liegenden Rieselfeldern und die Aufteilung der Stadt in 12 voneinander unabhängige Radialsysteme. Durch die Anordnung der Rieselfelder wurde den Wünschen der Landwirtschaft in weitestem Maße Rechnung getragen, die Gliederung des Entwässerungsgebietes in Radialsysteme ergab eine unbegrenzte Erweiterungsmöglichkeit und gestattete, den jeweiligen Ausbau der Kanalisation der baulichen Entwicklung der Stadt auf die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Weise anzupassen.

Wenn auch in den fünfzig Jahren, die seit der Inbetriebnahme des ersten Radialsystems verflossen sind, Technik und Wissenschaft viele grundlegende Wandlungen erfahren haben, so muß man doch mit rückhaltloser Bewunderung anerkennen, daß die damaligen Schöpfer der Berliner Kanalisation mit weitausschauendem Blick ein Werk geschaffen haben, das in allen seinen wesentlichen Teilen im allgemeinen auch heute noch seinen Zweck auf vorbildliche Weise erfüllt und das im einzelnen so wandlungsfähig eingerichtet ist, daß es jederzeit ohne Schwierigkeit den neuzeitlichen Anforderungen angepaßt werden kann.

Die nach der Ausführung rasch zutage tretenden Vorzüge der Berliner Entwässerungsanlage veranlaßten auch eine große Zahl der Vororte, sich bei dem Ausbau ihrer Entwässerung fast in allen wesentlichen Punkten dem Vorgehen der Mutterstadt anzuschließen. Nur wenige wählten statt der Rieselfelder chemische, mechanische oder biologische Kläranlagen, viele von ihnen gaben diese Kläranlagen nach kurzer Zeit wieder auf und legten ebenfalls Rieselfelder an; nur 6 von den 48 Vororten, die am 1. Oktober 1920, dem Tage des Inkrafttretens des Gesetzes über die Bildung einer neuen Stadtgemeinde Berlin, kanalisiert waren, brachten der neuen Stadt ein andres Abwasser-Reinigungsverfahren mit, als sie selbst hatte. Von diesen sechs hatten Tegel und Köpenick das Kohlenbreiverfahren, Hermsdorf Kremerbrunnen mit nachfolgender Landberieselung und Wilmersdorf, Schmargendorf und Zehlendorf förderten, mit der Stadt Teltow zu einem Kanalisationsverband vereinigt, ihre Abwässer nach der in Fachkreisen seinerzeit viel beachteten biologischen, nach dem Tropfkörperverfahren arbeitenden Kläranlage in Stahnsdorf[2]).

[2]) Vergl. Müller, Die Entwässerung der Gemeinde Wilmersdorf, Z. Bd. 51 (1907) S. 1965 und 2025; derselbe, Die biologische Abwässerreinigungsanlage der Stadtgemeinde Wilmersdorf, Deutsche Bauzeitung Bd. 41 (1907) S. 666 u. f.; derselbe, Kanalisation und biologische Abwasserreinigungsanlage des Kanalisationszweckverbandes der Gemeinden Wilmersdorf, Schmargendorf, Zehlendorf und Teltow, Hygienische Rundschau Bd. 18 (1908) S. 797; Roemer, Die Abwässerbeseitigungsanlagen des Kanalisationszweckverbandes von Wilmersdorf, Schmargendorf, Zehlendorf und Teltow, „Die Städtereinigung“ 1913 S. 235 u. f. und Strell, Die biologische Abwasserreinigungsanlage Wilmersdorf-Stahnsdorf, „Die Städtereinigung“ 1917 S. 27 und 33.

Abb. 4
Übersicht über die Berliner Stadtentwässerung im Jahre 1927

Das 87 000 ha umfassende Stadtgebiet ist in 78 Einzelgebiete mit je einem Pumpwerk zerlegt. 63 Hauptpumpwerke fördern das Abwasser unmittelbar durch eiserne Druckrohrleitungen nach den Rieselfeldern, 15 Überpumpwerke heben das Wasser in das Straßenleitungsnetz benachbarter Entwässerungsgebiete. Die z. Zt. kanalisierte Fläche beträgt 23 500 ha.

Auch dieser Kanalisationszweckverband hatte ursprünglich die Absicht, seine Abwässer auf Rieselfeldern unterzubringen, war aber bei dem Versuch, geeignetes Rieselgelände zu erwerben, auf so große Schwierigkeiten gestoßen, daß er es vorzog, das damals neu aufkommende Tropfkörperverfahren zu wählen. Nach der Schaffung der neuen Stadt Berlin sind alle künstlichen Kläranlagen stillgelegt worden, so daß jetzt sämtliche Berliner Ab- wässer auf Rieselfelder gelangen. Auch eine größere An- zahl kleiner, unwirtschaftlich arbeitender Pumpwerk- konnte nach der Eingemeindung der Vororte außer Be- trieb gesetzt werden, desgleichen wurden einige kleinen Rieselfeldflächen wegen ihrer ungünstigen Lage nicht mehr mit Abwasser beschickt.

Die gegenwärtig bestehenden Anlagen

Nach diesen Betriebsumstellungen besteht nunmehr das gesamte Kanalisationswerk der neuen Stadt Berlin aus 78 einzelnen Entwässerungsgebieten, die den Hobrechtschen Radialsystemen vergleichbar sind, Abb. 4. In jedem dieser Entwässerungsgebiete fließen die Abwässer mittels Gefälleitungen einem Pumpwerk zu, das sie durch eiserne Druckrohrleitungen entweder unmittelbar auf die Rieselfelder befördert (Hauptpumpwerke) oder in das Gefälleitungsnetz eines benachbarten Entwässerungsgebietes hinüberpumpt (Überpumpwerk). Grundsätzliche Unterschiede zwischen den einzelnen Entwässerungsgebieten bestehen dabei nur insofern, als einige dieser Gebiete (Alt-Berlin, Charlottenburg, Schöneberg, Friedenau und Teile von Spandau, Wilmersdorf und Neukölln) nach dem Mischsystem kanalisiert sind, während in den übrigen das Trennsystem besteht.

Das Mischsystem, das für Niederschlag- und Brauchwässer (die durch hauswirtschaftlichen Gebrauch verunreinigten Abwässer einschließlich des Spülwassers und der Abgänge aus den Klosetts) nur ein Leitungsnetz vorsieht, in dem sich Regenwässer und Brauchwässer miteinander mischen, war für die meisten Vororte weniger geeignet als das Trennsystem, das das Regenwasser und das Brauchwasser in getrennten Leitungen abführt, weil sie sich damit begnügen konnten, zunächst nur das erheblich kleinere Brauchwasser-Leitungsnetz auszubauen, während das Regenwasser zum größten Teil oberirdisch oder durch nur wenige kurze Leitungen dem nächsten Wasserlauf zugeführt werden konnte. Auf diese Weise ließ sich daher auf viele Jahre hinaus ein Teil der hohen Kosten, die das Mischsystem verursacht hätte, ersparen. Auch waren zahlreiche Vororte, die ihre Abwässer in das Druckrohrnetz der Kernstadt förderten, vertraglich verpflichtet, nur Brauchwasser zu pumpen, weil andernfalls die Druckrohre und Rieselfelder der Kernstadt überlastet worden wären.

Von dem 87 000 ha großen Gesamtgebiet Berlins sind zur Zeit etwa 23 500 ha kanalisiert, und eine gleich große Fläche wird voraussichtlich im Laufe der Jahre noch mit Kanalisation versehen werden. Die Restfläche von $(87\,000 - 2 \times 23\,500) = 40\,000$ ha kommt in absehbarer

Abb. 5 bis 9
Notauslaßdücker unter der Untergrundbahn auf dem Alexanderplatz

Zusammenfassung der Unterdückerung von vier Notauslässen in einem Bauwerk. Die Dückereinläufe liegen in verschiedenen Höhen, so daß die Dückerrohre nicht gleichzeitig, sondern je nach der zufließenden Wassermenge nacheinander in Tätigkeit treten. Infolgedessen ist auch bei kleineren Wassermengen die zur Reinhaltung des Dückers erforderliche Wassergeschwindigkeit vorhanden.

Abb. 10
Innenansicht des Oberhauptes im Notauslaß-dücker auf dem Alexanderplatz

Die verschiedene Höhenlage der Einläufe zu den einzelnen Dückerrohren ist deutlich erkennbar.

Zeit nicht für die Bebauung in Frage, weil sie im wesentlichen aus Dauerwald, Rieselgelände, Parkanlagen, Spiel- und Sportplätzen sowie andern Freiflächen besteht. Das Netz der Gefälleitungen hat 4500 km Gesamtlänge, die Anzahl der angeschlossenen Grundstücke beträgt 82 000. Die 63 Hauptpumpwerke haben im Jahre 1926 einschließlich der Regenwassermengen, die aus den mit Mischsystem ausgestatteten Gebietsteilen kommen, 226 Mill. m^3 Abwasser nach den Rieselfeldern gefördert, deren berieselte Fläche 11 000 ha umfaßt.

Berlin besitzt an landwirtschaftlich genutzten, meist außerhalb des Weichbildes liegenden Rieselgütern 27 500 ha, wovon 4500 ha auf Forsten entfallen. $27\,500 - (11\,000 + 4500) = 12\,000$ ha sind Naturländereien, die zur Zeit nicht berieselt werden. Der Bestand einer hinreichend großen Fläche an Naturland ist für den Ertrag jedes Rieselfeldes von ausschlaggebender Bedeutung; denn zur Berieselung sind im allgemeinen nur Gemüsekulturen und Wiesen geeignet, die imstande sind, die großen Wassermengen, ohne Schaden zu erleiden, aufzunehmen. Halmfrüchte und Kartoffeln vertragen die ständige Berieselung nicht, sind aber für die Landwirtschaft unentbehrlich und müssen daher auf Naturland angebaut werden.

Abb. 13
Stollenvortrieb unter der Untergrundbahn in der Wallstraße für den einen der beiden Notauslaßzweige

Die Breite des Stollens beträgt nur 2 m; das Grundwasser mußte um 7 m abgesenkt werden.

Gegenwartsaufgaben

Die Aufgaben, die die heutige Stadtentwässerung z[u] lösen hat, sind außerordentlich vielseitig und so umfang[-] reich, daß hier nur andeutungsweise darauf eingegange[n] werden kann. Wenn auch die Grundaufgaben, das vo[n] den Grundstücken kommende Abwasser in gesundheitlic[h] einwandfreier Weise abzuleiten und zu klären sowie da[s] Niederschlagwasser rasch von Straßen und Plätzen z[u] entfernen und bei heftigen Regengüssen verkehrstörend[e] Überschwemmungen zu verhüten, unverändert fort[-] bestehen, so sind doch im Laufe der Zeit eine Meng[e] neuer Aufgaben hinzugetreten, die die gewaltige En[t-] wicklung des Verkehrs und des Siedlungswesens sowi[e] die gesteigerten Ansprüche an die Reinhaltung der Vo[r-] fluter und an die landwirtschaftliche Ausnutzung vo[n] Grund und Boden mit sich gebracht hat.

Soweit das Straßenleitungsnetz in Frage kommt, sin[d] die umfangreichsten Um- und Neubauten durch die Un[-] tergrundbahnen bedingt, die einen so großen Rau[m] im Straßenkörper beanspruchen, daß die zahlreichen Ve[r-] sorgungsleitungen und die Kanalisation rücksichtslos zu[r] Seite gedrängt und durchgeschnitten werden. Da die au[s] Tonrohren, Beton oder Mauerwerk bestehenden Gefäl[l-] leitungen des Entwässerungsnetzes nicht so schmiegsa[m] sind wie die eisernen Druckleitungen der Gas- un[d] Wasserwerke und die Kabel der Fernsprech- und Elek[-] trizitätsanlagen, die meist ohne weiteres in Rohrkäste[n]

Abb. 11 und 12
Spreeunterführung und Dückerung eines Notauslasses von 1,87 m Höhe und 2,34 m Breite unter der Untergrundbahn in der Wallstraße

Um den im Betriebe befindlichen, tief in das Grundwasser eintauchenden Bahntunnel nicht zu gefährden, mußte man die Dückerbaugrube so klein wie möglich halten. Der Notauslaß wurde daher in zwei kleinere Profile aufgelöst, die bei tunnelmäßiger Ausführung in so großem Abstand voneinander liegen, wie es die Breite der ziemlich schmalen Straße überhaupt zuließ.

über den Bahntunnel hinweggeführt werden können, i[st] man häufig gezwungen, kilometerlange Umleitungen z[u] bauen, Grundstücke zu unterfahren und kostspielig[e] Dückeranlagen herzustellen, wenn man es nicht vorzieh[t,] wie dies in mehreren Fällen geschehen ist, die Unte[r-] grundbahn als neue Wasserscheide anzusehen und de[n] von ihr abgeschnittenen Teil eines Entwässerungsgebiete[s] derart umzukanalisieren, daß das Wasser dem Pumpwer[k] des Nachbargebietes zufließt.

Die Umgestaltung der Kanalisation infolge der Unte[r-] grundbahn-Anlagen hat bisher etwa 12 Mill. ℳ verschlun[-] gen, und für die zur Zeit im Bau befindlichen Bahne[n] werden voraussichtlich noch weitere 6 Millionen ℳ au[f-] zuwenden sein. Während Hobrecht, der Erbauer de[r] Berliner Kanalisation, den schon damals auftauchende[n] Untergrundbahngedanken auf das schärfste bekämpft[e] und jede Dückerung von Kanalisationsleitungen unter de[n] von ihm als „Fremdkörper" bezeichneten Bahntunn[el] nachdrücklichst ablehnte, sind heute nicht weniger a[ls] 70 Untergrundbahndücker vorhanden, und wenn dies[e] Dückeranlagen auch gewisse Erschwernisse im Betrieb de[r] Stadtentwässerung mit sich gebracht haben, so sind doc[h] die schwarzseherischen Voraussagen ihrer Gegner, die i[n] jedem Dücker ein Abflußhindernis und einen Fäulni[s-] herd schlimmster Art erblickten, glücklicherweise nic[ht] eingetroffen.

Abb. 5 bis 9 sowie Abb. 10 zeigen den Notausla[ß-] dücker auf dem Alexanderplatz, Abb. 11 und 12 lassen d[ie] Anordnung der Spreeunterführung und des Dückers unt[er]

Abb. 14
Querschnitt durch eine Pumpmaschine älterer Bauart

Die hängenden rechteckigen Gewichtklappen lassen nur 20 Uml./min zu, so daß die erforderliche, dem wechselnden Wasserzufluß entsprechende Regelung der Pumpenleistung nur in sehr engen Grenzen möglich ist. Die Anordnung in Form der Klappengehäuse führt zu häufigen Verstopfungen durch Lumpen, Fasern und de gl. Die Saugwindkessel sind zu klein, so daß trotz der geringen Umlaufzahl Wasserschläge auftreten.

Abb. 15
Querschnitt durch eine Pumpmaschine neuerer Bauart

Die Pumpenventile werden von abgefederten Schubstangen gesteuert und haben kreisrunde Form. Die Umlaufzahl kann in weiten Grenzen von 20 bis 80 Uml./min verändert werden. Schädliche Luftsäcke und Wasserschläge sind infolge der Anordnung geräumiger Saug- und Druckwindkessel und kurzer Wasserwege vermieden.

der Untergrundbahn an der Roß- und Wallstraße erkennen, während Abb. 13, die beim Bau des Dückers unter der Untergrundbahn in der Wallstraße aufgenommen wurde, den Vortrieb des nur 2 m breiten Stollens zeigt.

Besondere Maßnahmen erfordern neuerdings auch die Kraftwagengaragen und die Hochhäuser. Die Ableitung explosibler, in den Garagen in größerer Menge anfallenden Leichtflüssigkeiten nach den Entwässerungsleitungen ist zwar durch Polizeiverordnung verboten, es muß aber auch durch geeignete Konstruktionen von Benzinabscheidern dafür gesorgt werden, daß der Eintritt derartiger Flüssigkeiten in die Kanalisation selbsttätig verhindert wird. Andernfalls ist bei nachlässiger Wartung der Grundstückentwässerung eine Gefährdung des in den Straßenkanälen arbeitenden Personals nicht ausgeschlossen. Explosionen und Brände aus Anlaß der Einleitung feuergefährlicher Stoffe in die Kanalisation sind in Berlin ziemlich häufig vorgekommen, es sind aber schon jetzt zahlreiche Konstruktionen recht brauchbarer Benzinabscheider auf den Markt gebracht worden, so daß es Sache der Polizei sein wird, die Grundstückseigentümer dazu anzuhalten, die für jeden Fall zweckentsprechenden Einrichtungen zu treffen, die die Gefahren mit Sicherheit verhüten.

Hochhäuser erfordern insofern besondere Maßnahmen, als sie große Abwassermengen von verhältnismäßig kleinen Flächen zum Abfluß bringen. Da das Kanalisationsnetz für eine bestimmte Höchstwassermenge berechnet ist, wird es daher für den Anschluß der Hochhäuser unter Umständen erforderlich, die Leitungen und in gewissen Fällen auch die Pumpwerke zu verstärken. Die Schwierigkeit liegt dabei weniger auf technischem als auf wirtschaftlichem Gebiet; denn es erscheint nicht angängig, die Kosten der Verstärkungsmaßnahmen aus den allgemeinen Mitteln der Kanalisation zu bestreiten, weil die Maßnahmen nur für einzelne Grundstückseigentümer getroffen werden, die den Vorteil haben, ihre Grundstücke besonders günstig auszunutzen.

Wenn man nun die Verstärkung für jedes Grundstück gesondert durchführen könnte, wäre die Sache ziemlich einfach, weil man dann ohne weiteres wüßte, welche Kosten der Grundstückseigentümer in jedem Falle zu tragen hätte. Da man aber nicht weiß, welche Grundstücke im Laufe der Zeit mit Hochhäusern bebaut werden, und da man einerseits in den meisten Fällen aus technischen Gründen die Verstärkung, selbst für ein einzelnes Grundstück, leistungsfähiger einrichten muß, als das augenblickliche Bedürfnis erfordert, anderseits aber wieder in manchen Fällen noch geraume Zeit mit den vorhandenen Einrichtungen auskommen kann, ist es sehr schwer, die Kosten richtig zu verteilen.

Ein gangbarer Weg wird vielleicht sein, von allen Grundstückseigentümern, deren Stockwerkzahl über die in der Bauordnung vorgesehene hinausgeht, eine einmalige oder laufende Sondergebühr zu erheben, aus der dann zu gegebener Zeit die Kosten für die Verstärkungsmaßnahmen bestritten werden. Allerdings ist hierbei auch zu berücksichtigen, daß die Baupolizei bei Hochhäusern unter Umständen eine größere unbebaute Hoffläche verlangt als bei Normalbauten, wodurch ein gewisser Ausgleich in der Ausnutzung des Grundstückes geschaffen wird. Jedenfalls handelt es sich hier um eine nicht ganz einfache verwaltungsrechtliche Aufgabe, an deren Lösung zur Zeit noch gearbeitet wird.

Auch bei der Entwässerung der vielen Siedlungsbauten, die seit der Kriegszeit dem Stadtbilde sein besonderes Gepräge verleihen, spielen derartige wirtschaftlich-technische Fragen eine wichtige Rolle; doch liegen die Verhältnisse hier viel zu verwickelt, als daß in dieser Abhandlung darauf eingegangen werden könnte.

Pumpwerke

Von besonderer Bedeutung für eine wirtschaftliche Arbeitsweise des gesamten Kanalisationswerkes sind die Wandlungen, die die Betriebsweise der Pumpwerke im Laufe der Zeit erfahren hat. Die alten, langsam laufenden, mit Gewichtklappen arbeitenden Kolbenpumpen, Abb. 14, wurden allmählich durch schnellaufende Pumpen mit gesteuerten Klappen ersetzt, denen neuerdings

RZ 1048 Z 16

Abb. 16 und 17
Neueste Ausbildung der Pumpenventile

Die in Abb. 15 dargestellten gesteuerten Ventile gestatten zwar eine hohe Umlaufzahl, haben aber den Nachteil, daß die Wellen, auf denen die Pumpenklappen sitzen, an den in der Wandung des Pumpenkörpers angeordneten Lagern infolge der Reibung des sandhaltigen Abwassers schnell verschleißen. Das hier dargestellte, tellerförmige, federbelastete Schöne-Ventil durchdringt den Pumpenkörper nicht und erfordert daher weniger Ausbesserungen. Infolge der sehr großen Spaltgeschwindigkeit werden Lumpen, Lappen und kleinere Holzstücke auch bei schnellerem Gang der Pumpe hindurchgetrieben.

gefederte Ventile gefolgt sind, Abb. 15 sowie 16 und 17. Heute dienen der Regenwasserförderung an Stelle der früheren Kolbenpumpen, Abb. 18, fast ausschließlich Kreiselpumpen, Abb. 19. Während früher nur Dampfmaschinen die Pumpen antrieben, werden heute je nach den besonderen Anforderungen, die an das Pumpwerk zu stellen sind, Dampfmaschinen, Elektromotoren und Dieselmotoren, Abb. 20, nebeneinander verwendet.

Vom Maschinenbetriebe der Berliner Stadtentwässerung wird im allgemeinen eine besonders große und rasche Anpassungsfähigkeit an den Wasserzufluß verlangt; denn abgesehen davon, daß die tägliche Trockenwetter-Zuflußmenge in der Stunde des größten Wasserverbrauchs etwa 15- bis 20mal größer ist als in der Stunde des kleinsten Verbrauchs, und daß der Zufluß innerhalb dieser Grenzen starken Schwankungen unterliegt, muß auch ein ausreichender Maschinensatz zur Aushilfe für plötzliche Regenfälle bereitstehen. Für diesen Zweck sind Elektromotoren oder Dieselmotoren besonders geeignet, weil sie sofort anspringen und nicht wie die Dampfmaschine von der nur langsam steigerungsfähigen Dampferzeugung der Kessel abhängig sind. Demgegenüber hat sich aber die Dampfkraft bisher für die Bewältigung der allmählich zunehmenden oder abnehmenden Trockenwetter-Zuflußmengen als besonders zweckmäßig und wirtschaftlich erwiesen. An dem Grundsatz, auf den wichtigeren Pumpwerken mehrere Arten von Antriebmaschinen nebeneinander zu verwenden, ist bisher stets festgehalten worden, damit beim plötzlichen Versagen einer Antriebkraft stets eine zweite, von ihr unabhängige Kraftquelle zur Verfügung steht.

Um die gröberen Schwimmstoffe von den Pumpen fernzuhalten, baut man schrägliegende Rechen ein, die durch Kratzen maschinell gereinigt werden, Abb. 21. Die Grobstoffe gelangen zwecks Zerkleinerung in eine Quetsche und werden dann dem Abwasser wieder beigemischt.

Verwendung und Reinigung der Abwässer

Dem stark wechselnden Wasserzufluß entsprechend sind auch die Druckschwankungen auf den Pumpwerken, die bei 4 bis 5 at normalem Druck bis zu 1 at betragen können, recht erheblich; denn sie sind nicht nur durch die zufließenden Wassermengen bedingt, sondern auch durch die Abwassermengen, die die Rieselgüter entnehmen. Daß sich gerade in dieser Hinsicht der Betrieb nicht immer reibungslos abspielt, liegt auf der Hand; denn der Bedarf der Landwirtschaft an Dungstoffen und Wasser deckt sich zeitlich durchaus nicht mit den auf den Pumpwerken anfallenden Abwassermengen. Besonders bei lang anhaltenden Regenfällen, wie sie in den beiden letzten Jahren niedergingen, sind die Rieselfelder so stark mit Wasser gesättigt, daß die regelmäßige und bei Regen sogar noch erheblich verstärkte Zufuhr von Abwasser höchst unerwünscht ist. In dieser Hinsicht den richtigen Ausgleich zu finden und die Bewirtschaftung der Rieselgüter so einzurichten, daß weder die technischen noch die landwirtschaftlichen Interessen darunter leiden, ist eine der schwierigsten Aufgaben des Rieselbetriebes, und man kann keineswegs sagen, daß sie heute restlos gelöst ist.

Die Belastung der einzelnen Rieselfeldflächen ist je nach der Höhenlage, Vorflut, Bodenart und landwirtschaftlichen Bestellung außerordentlich verschieden und beträgt zur Zeit etw 40 bis 160 m³ täglich auf 1 ha. Würde man die ganze geförderte Wassermenge gleichmäßig über die 11 000 ha große berieselte Fläche verteilen, so würde die durchschnittliche Belastung täglich 60 bis 80 m³/ha betragen. Wenn auch die Landwirtschaft in heißen und trockenen Sommern eine solche oder sogar eine noch größere Wasserzufuhr gern abnimmt, so wehrt sie sich doch im allgemeinen dagegen, derartige Wassermengen ununterbrochen und ohne Rücksicht auf Jahreszeit und Witterung zu verarbeiten. Es fehlt in ihren Kreisen sogar nicht an Stimmen, die die Herabsetzung der Abwassermengen bis auf den fünften ja sogar zehnten Teil fordern und dabei an Stelle der Berieselung das in Berlin durch mehrere Versuchsanlagen erprobte Beregnungsverfahren empfehlen, von dem sie eine außerordentliche Steigerung des wirtschaftlichen Ertrages der Güter erwarten.

Für Berlin würde eine so schwache Beregnung eine Fläche von mindestens 100 000 ha und mit dem erforderlichen Zuschlag an Naturland ein Gesamtgebiet von etwa

Abb. 18
Modell der zur Zeit größten Abwasser-Kolbenpumpe

Dampf-Doppelpumpe mit 500 l/s Leistung bei einer Förderhöhe bis zu 60 m.

Abb. 19
Elektrisch betriebene Kreiselpumpe
bis 60 m Förderhöhe

750 bis 1000 Uml./min. Große Reinigungsöffnung zum Herausnehmen von Lumpen und Lappen. Wenig Schaufeln mit großem Durchgang. Diffusor im Randgehäuse zur möglichst verlustlosen Umsetzung der Wassergeschwindigkeit in Druck. Die Lager sind mit Druckwasserspülung versehen, und die Welle ist wegen der starken Abnutzung durch Sand an den Lagerstellen mit auswechselbaren Rotgußhülsen überzogen.

180 000 ha erfordern. Dies wäre doppelt so groß wie die heutige Stadtfläche. Berücksichtigt man dabei, daß sich auch die Abwassermengen im Laufe der Zeit mit der fortschreitenden Bebauung mindestens verdoppeln werden, so müßte man für die Versprengung der Abwässer 360 000 ha Land zur Verfügung haben. Soweit sich die Verhältnisse heute übersehen lassen, erscheint es aber vollkommen ausgeschlossen, den Ertrag der Landwirtschaft durch das Beregnungsverfahren derart zu steigern, daß die Förderkosten, die die Verteilung des Abwassers über so ausgedehnte Bodenflächen verursacht, auch nur annähernd gedeckt werden können. Wenn daher auch das Besprengungsverfahren, in beschränktem Umfang und unter besonders günstigen Umständen angewendet, die ernsteste Beachtung verdient und in vielen Fällen zweifellos Erfolg verspricht, so ist es doch zur restlosen Unterbringung und Reinigung sehr großer Wassermengen, wie sie in Berlin anfallen, nicht geeignet, selbst dann nicht, wenn das besprengte Land nicht in

Abb. 20
Neuer Dieselmotorenantrieb
Sechszylindermotor stehender Bauart von 90 bis 180 Uml./min

Abb. 21
Modell einer Aufbereitanlage für Kanalwasser

Abb. 22
Viehweide auf dem Rieselfelde Buch

einer Hand vereinigt wird, sondern, wie vielfach vorgeschlagen, Bewässerungsgenossenschaften gebildet werden.

Die Entwicklung dürfte vielmehr in andrer Richtung liegen, und zwar muß sich erstens die Landwirtschaft auf Gemüsedüngung und Rieselwiesen mit Weidewirt schaft umstellen und grundsätzlich davon Abstan nehmen, auf Rieselflächen Halmfrüchte, Kartoffeln un ähnliche Kulturen anzubauen, die nur wenig Rieseldün gung vertragen, Abb. 22 und 23. Zweitens muß da Abwasser, bevor es den Feldern zugeführt wird, mög lichst weitgehend mechanisch entschlammt werden, wei der Boden viel größere Mengen entschlammtes Wasse aufnehmen kann als schlammhaltiges Wasser, das di Bodenporen verklebt, die Bodenatmung unterbinde und die Lebenstätigkeit der Humusbakterien vernichtet Außerdem wird aber die Stadt bestrebt sein müssen, ih Eigentum an Rieselland soviel wie möglich zu ver größern und, soweit diese Vergrößerung aus geldliche oder andern Gründen mit der Zunahme der Abwasser mengen nicht Schritt halten kann, künstliche Zusatzklär anlagen zu errichten, die insbesondere bei ungünstige Witterung und vorübergehend großem Wasserandran zur Entlastung der Rieselfelder herangezogen werde können.

Abb. 23
Kartoffel-Zuchtgarten auf dem Rieselfelde Kleinbeeren

Was die mechanische Vorreinigung der Abwässer an langt, so sind die neueren Rieselfelder, wie Caroline höhe, Boddinsfelde, Deutsch-Wusterhausen, Wansdorf un andre bereits mit zweckentsprechenden Flach- und Tie klärbecken ausgestattet, Abb. 24.

Abb. 24
Flachklärbecken auf dem Rieselfelde Carolinenhöhe

Vorkläranlage Waßmannsdorf

Eine besonders umfangreiche zentrale Vo kläranlage mit nahezu 100 000 m³ Tagesleistun ist neuerdings auf dem Bölkensberge des Ri selfeldes Waßmannsdorf errichtet worden[3] Die Anlage, bei der zum ersten Male die G winnung und Verwertung des bei der Schlamm faulung entstehenden Sumpfgases (Methan) i großem Maßstabe durchgeführt ist, dient i wesentlichen zur Vorreinigung der von de früheren Vororten Neukölln und Schönebe kommenden Abwässer und bedient die Riese güter Waßmannsdorf, Kleinziethen, Deutsc Wusterhausen und Boddinsfelde, denen de nächst das neuerworbene Rieselgut Selcho folgen wird, Abb. 25, 26 und 27.

Ähnliche Vorkläranlagen sind auch noch f andre Gruppen von Rieselgütern geplant, do ist beabsichtigt, mit ihnen Zusatzkläranlagen verbinden, die nicht nur der Vorklärung zu

[3]) Vergl. Langbein, Die Abwasservorkläranla auf dem Bölkensberge des Berliner Rieselfeldes Wa mannsdorf als Gaslieferer, „Das Gas- und Wasserfac Bd. 70 (1927) S. 1109.

Abb. 25
Grundriß der neuen Hauptvorkläranlage auf dem Rieselfelde Waßmannsdorf für 100 000 m³ Tagesleistung

Abb. 25 bis 27

Das aus den Druckrohren kommende Abwasser gelangt zunächst in einen Sandfang, wo sich die schweren Sinkstoffe absetzen, durchströmt dann mit der geringen Geschwindigkeit von 15 bis 20 mm/s die drei Absitzbeckengruppen der Kläranlage und fließt schließlich einem Sammelbrunnen zu, aus dem es entweder auf das Rieselfeld abgelassen oder durch ein Pumpwerk nach weiter entfernt liegenden Rieselfeldern gefördert werden kann. Unter den Absitzbecken befinden sich geräumige Schlammtaschen, in die der sich absetzende Schlamm hinabrutscht, um dort etwa drei Monate zu lagern und auszufaulen. Das Faulgas, etwa 6000 m³ täglich, wird aufgefangen und zum Betriebe des Pumpwerks sowie zum Heizen der zur Kläranlage gehörigen Gebäude benut t. Der ausgefaulte Schlamm wird auf Schlammtrockenplätze abgelassen und, nachdem er dort stichfest geworden ist, landwirtschaftlich verwertet.

Zwecke der Berieselung, sondern der endgültigen Abwasserreinigung dienen, so daß sie eine Entlastung der Rieselfelder ermöglichen. Hierfür erscheint das aus England und Amerika zu uns gekommene Belebtschlammverfahren besonders geeignet, das in einer weitgehenden maschinellen Belüftung des Abwassers besteht und, richtig angewendet, auch unter ungünstigen Verhältnissen kristallklare, fäulnisfreie Abflüsse liefert. Hierfür sind Entwürfe bereits in Arbeit.

So sind im allgemeinen besonders auf dem Gebiete der Abwasserunterbringung und Abwasserreinigung für Berlin noch recht umfangreiche Aufgaben zu lösen, die sich um so schwieriger gestalten, als die Vorflutfrage in dem flachen, von nur wenig leistungsfähigen natürlichen und künstlichen Wasserläufen durchzogenen Gelände nicht immer leicht zu beantworten ist und langwierige Verhandlungen mit den beteiligten Behörden und Grundbesitzern erfordert. Immerhin ist zu hoffen, daß es der Verwaltung der Berliner Stadtentwässerung auch in Zukunft gelingen wird, den Anforderungen, die Gesundheitspflege und Verkehr an sie stellen, gerecht zu werden und daß die Maßnahmen, die sie jetzt und in Zukunft trifft, dazu beitragen werden, der deutschen Reichshauptstadt ihren Ruf, eine der reinlichsten und gesündesten Städte zu sein, dauernd zu erhalten.

[B 1048]

Schnitt A—B

Abb. 26 und **27**
Querschnitt A—B und Längsschnitt C—D zu Abb. 25 in größerem Maßstabe

Schnitt C—D

Schädigung der Gesundheit durch chemische Einflüsse
mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Berufskrankheiten

Von Dr.-Ing. Dr. techn. Franz Pohl, Chemiker, Berlin-Grunewald

Ausdehnung der Unfallversicherung auf gewerbliche Berufskrankheiten. — Aufwendungen für die Versicherung von Berufskrankheiten. — Übersicht über die Berufskrankheiten, Schädigungen der Atmungsorgane, der Haut und Schleimhaut, der Verdauungsorgane, des Zentralnervensystems, des Blutes, der Augen. Erkrankung an Hautkrebs, durch Röntgenstrahlen und andre strahlende Energie; Wurmkrankheit der Bergleute, Schneeberger Lungenkrankheit. — Schlußfolgerungen.

Durch die Verordnung des Reichsarbeitsministers „über Ausdehnung der Unfallversicherung auf gewerbliche Berufskrankheiten“ vom 12. Mai 1925[1]), die am 1. Juli 1925 in Kraft trat, ist ein für Deutschland neues Rechtsgebiet geschaffen worden. Um ein genaues Bild von der Wirkung des Gesetzes zu erlangen, hat das Reichsversicherungsamt Ende 1926, nach Ablauf des ersten Versicherungsjahres, die Träger der Unfallversicherung zu Berichten aufgefordert. Die Auswertung ist in den folgenden Ausführungen ersichtlich:

Die erstatteten Anzeigen (3310 nach Abzug von 537 irrigen) und die entschädigten Fälle verteilen sich auf die einzelnen von der Verordnung erfaßten Berufskrankheiten und ihre Ursachen, wie in Zahlentafel 1 angegeben.

Die weitaus überwiegende Bedeutung unter den Krankheiten der Verordnung haben demnach, wie zu erwarten, die Bleikrankheiten. Auf sie entfallen 90,3 vH der entschädigten Fälle.

Von den 165 entschädigten Fällen führten
6 Fälle zum Tode (5 Blei-, 1 Phosphorkrankheit),
38 „ zur völligen (dauernden oder vorübergehenden) Erwerbsunfähigkeit,
121 „ zur Teil-Erwerbsunfähigkeit.

Höhe der Aufwendungen: Insgesamt haben die Versicherungsträger im Berichtjahr folgende Aufwendungen für die Versicherung der Berufskrankheiten gemacht:

a) für Krankenbehandlung	36 925,68 ℳ
b) für Renten an Erkrankte, Krankengeld, Übergangsrenten	37 227,64 „
c) für Leistungen an Hinterbliebene .	1 504,68 „
d) zur Bekämpfung der Ursachen der Berufskrankheiten	12 178,20 „
e) an Verfahrenskosten	31 925,95 „
	119 762,15 ℳ

Die Gesamtaufwendungen betragen 0,08 vH der Gesamtaufwendungen der gewerblichen Berufsgenossenschaften für das Jahr 1925.

Die verschiedenen Schädigungen

Um den Arbeiter vor Gefahren zu schützen, schreibt das Gesetz vor, wie die Fabrikation und der Umgang mit solchen gefährlichen Stoffen eingerichtet werden muß. In den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften sind solche Bestimmungen ebenfalls enthalten.

Schädigungen der Atmungsorgane

In dieser Beziehung spielen die Reiz- und Ätzgase gewerbehygienisch eine große Rolle. Das Einatmen von Reizgasen bewirkt die Schädigung der Schleimhaut der Atemwege und der Bindehaut der Augen. Sie kann zur Lungenentzündung oder zur Granulationsbildung und Vernarbung führen. Die meisten Reizgasschädigungen machen im ersten Stadium halt, das durch Auftreten von Husten, Heiserkeit, Schleimabsonderung, Augentränen gekennzeichnet ist. An viele Ätzgifte gewöhnt sich der Arbeiter, so daß er oft das 3- bis 4fache der Gaskonzentration ohne Beschwerde ertragen kann, die den Ungewohnten schon belästigt; manchmal tritt aber Überempfindlichkeit ein. Die wichtigsten in der Technik in Frage kommenden Reiz- und Ätzgase sind:

Ammoniak (NH_3). Es wird in Ammoniakfabriken, als Kälteträger für Eismaschinen, als Reizflüssigkeit, für chemische Präparate usw. verwendet.

Salzsäure (HCl). Sie wirkt stärker als Ammoniak und ätzt die Schleimhäute der Atemwege bei Trübung des Auges; wirkt einschläfernd. Der Arbeiter ist besonders in den Draht- und Eisenblechbeizereien den Dämpfen ausgesetzt; doch ist die Anpassungsfähigkeit und Gewöhnung an Salzsäuredämpfe sehr groß.

Chlor (Cl_2). Alle Menschen sind gegenüber Cl_2 empfindlich, die Schleimhäute werden gereizt, auch tritt neben betäubender Wirkung eine Entzündung der Bronchien und des Lungengewebes auf. Dosen von 0,05 mg Cl_2 auf 1 l Atemluft sind schon gefährlich, doch ist die Anpassung und Gewöhnung bekannt. Gasförmiges Chlor wird zum Bleichen und zur Herstellung chemischer Verbindungen viel gebraucht; ferner als Chlorkalk für Bleich- und Desinfektionszwecke. Als Reinigungsmittel für die Hände verursacht Chlorkalk leicht Reizekzeme mit Schweißabsonderung. Bei Arbeitern, die während der Herstellung oder Verarbeitung von chlorhaltigen Stoffen in irgendeiner Form mit Teer in innige Berührung kommen (z. B. beim Reinigen von Geräten bei der elektrolytischen Chlorherstellung), ist die Möglichkeit zur Bildung von flüchtigen, gechlorten Teerverbindungen gegeben, wodurch leicht Chlorakne — eine Entzündung der Talgdrüsen — auftritt. Reines Chlor bereitet keine Chlorakne, die wohl im wesentlichen Teerakne ist. Leichte Fälle gehen wieder zurück, schwere hinterlassen Narben. Rechtzeitiges Entfernen aus dem Betrieb bringt gewöhnlich rasche Heilung, Röntgenbehandlung vermittelt vorübergehende Besserung.

Phosgen ($COCl_2$). Ein farbloses, stechend riechendes Gas, Sdp. + 8 °C, eines der giftigsten, in großem Maßstab verwendeten Gase. Es wird benutzt in der Farbstoffabrikation zur Darstellung organischer Farbstoffe wie Diphenylnaphthylmethanfarbstoffe, gewisser Azofarbstoffe (Viktoriablau, Kristallviolett, Benzoscharlach u. a.), zur Herstellung pharmazeutischer Präparate (Duotal, Kreosota u. a.). Es wird auch im Großen verflüssigt und in Bomben verschickt.

Die Atmungsorgane nehmen Phosgen auf. Ratten gehen, nachdem sie Phosgen von 0,05 bis 0,2 vH 20 Min lang eingeatmet haben, innerhalb weniger Stunden zu Grunde. Der üble, stechende Geruch warnt den Menschen frühzeitig. Die geringsten Spuren kann man durch Abtasten mit einem mit Ammoniak getränkten Wattebausch infolge Bildung starker HCl-Nebel, leicht finden. Die hauptsächlichen Ursachen von Vergiftungen sind Undichtigkeit der Leitungen, Ventile und Schlauchverbindungen

Zahlentafel 1
Ursachen und Häufigkeit der Berufskrankheiten

Ursache und Art der Berufskrankheit	Zahl der erstatteten Anzeigen (ohne 537 irrige)	vH der Gesamtzahl (einschl. 537)	Entschädigte Fälle		
			Zahl	vH der Gesamtzahl	vH der angezeigten Fälle
Blei und seine Verbindungen .	2781	72,29	149	90,30	5,36
Phosphor	4	0,10	1	0,61	25,—
Quecksilber und seine Verbindg.	55	1,43	2	1,21	3,64
Arsen und seine Verbindungen	27	0,70	—	—	—
Benzol und Homologe, Nitro- und Amidoverbindungen	145	3,77	1	0,61	0,69
Schwefelkohlenstoff	111	2,88	5	3,03	4,50
Hautkrebs usw.	59	1,53	—	—	—
Grauer Star	101	2,63	2	1,21	1,98
Röntgenstrahlen	21	0,55	5	3,03	23,81
Wurmkrankheit der Bergleute .	—	—	—	—	—
Schneeberger Lungenkrankheit	6	0,16	—	—	—
Summe	3310	86,04	165	100,00	64,98

[1]) Abgedruckt im Reichsarbeitsblatt 1925, Amtlicher Teil S. 262, Reichsgesetzblatt I S. 69.

ungenügendes Abblasen der Rührgefäße und Verflüssigungsanlage bei Neufüllung und Reinigung, Platzen der Bomben. Es genügt, nach eigener Erfahrung im Betrieb, schon eine ein- oder mehrmalige Einatmung, um, manchmal nach mehrstündigem Aussetzen, schwere entzündliche Reizungen der Atemwege, Husten, blutigen Auswurf hervorzurufen. Bei längerer Einwirkung tritt eine erhebliche Schädigung an den Schleimhäuten der Atmungsorgane, des Lungengewebes und des Herzens ein. Bei schwerer Vergiftung besteht Lebensgefahr, und häufig tritt der Tod ein unter Erscheinungen der Herzschwäche und des Lungenödems[2]). Die feuchten Schleimhäute zersetzen das Phosgen leicht in seine Bestandteile, und es bildet sich Salzsäure gemäß der Formel: $COCl_2 + H_2O = 2\,HCl + CO_2$, wobei auch Volumvergrößerung auftritt, die sich in den feinsten Äderchen höchst ungünstig auswirkt. Ferner wirkt die gebildete Salzsäure gerade in statu nascendi besonders stürmisch. Bei jeder Phosgenvergiftung ist es ratsam, sich auch bei größter Mattigkeit unter Zuhilfenahme aller Energie so lange wie möglich auf den Beinen zu halten und so für eine gute Atmung Sorge zu tragen, damit die Lungen tüchtig durchspült werden. Frühzeitiges Ruhen hätte hier die schlimmsten Folgen.

Schwefelsäure tritt rein in Dampfform nicht auf, sondern nur als Anhydrid, sogenannte rauchende Schwefelsäure oder Oleum. Sie reizt stark und schädigt die Zähne.

Schweflige Säure SO_2. Diese Säure tritt als stechend riechendes Gas, bei 2 at unter gewöhnlicher Temperatur als farblose, nicht brennbare Flüssigkeit auf. Diese wird gewerblich als kräftiges Reduktionsmittel viel benutzt. Zum Bleichen von pflanzlichen und tierischen Stoffen, bei der Darstellung von Schwefelfarbstoffen, Ultramarin, bei Kältemaschinen, zur Reinigung in Zuckerfabriken, als Schädlingsbekämpfungsmittel, zum Abtöten von Ungeziefer, zur Desinfektion und zur Sterilisierung von Nahrungsmitteln.

Die Vergiftung mit SO_2 ist als örtliche Ätzung aufzufassen. Nach Lehmann sind 0,06 mg in 1 l Luft für den nicht daran gewöhnten Menschen ungefähr die höchste Konzentration, die etwa ½ Stunde lang ohne Schwierigkeit ertragen werden kann. Man kann sich an SO_2 gewöhnen, Nachwirkungen wurden nicht beobachtet. Rechtzeitige Sauerstoffzufuhr, Zuführung von Alkalien sind neben allgemeiner Beobachtung der gewerbehygienischen Maßnahmen die besten Gegenmittel bei Vergiftungen. Die Arbeiter in solchen Fabriken haben wie die Chlorarbeiter meist ein blühendes Aussehen und leiden wenig an infektiösen Katarrhen.

Phosphoroxychlorid (ebenso Phosphortrichlorid und Phosphorpentachlorid). Phosphoroxychlorid ist eine farblose, stechend riechende, an feuchter Luft rauchende Flüssigkeit. In Farbstoffabriken wird es als wasserbindendes Mittel viel benutzt. Sogleich nach der Aufnahme der Dämpfe treten Tränen, Reizhusten, möglicherweise sogar Erstickungsgefühle auf. Besonders wirken die auftretenden Zersetzungserzeugnisse — HCl und Phosphorsäure — in statu nascendi sehr stürmisch. Der Geruch der Dämpfe bleibt selbst stunden- und tagelang, trotz gründlichem Waschen, in Kleidern und Haaren.

Superphosphat und andre Phosphatdüngemittel wirken in staubförmigem Zustand ätzend.

Dimethylsulfat, eine farblose, ölige Flüssigkeit. Wird in Farbstoffabriken zu Methylierungszwecken verwendet und wirkt heftig zerstörend auf die Schleimhäute. Beim Hantieren ist größte Vorsicht geboten, da schon das Begießen der Kleider mit der Flüssigkeit schwere Vergiftungen hervorruft.

Salpetersäure und nitrose Gase. Sie sind gewerbehygienisch die wichtigsten Gase. Die Mischdämpfe aller Oxydationsstufen (HNO_3, HNO_2, NO_2, NO) steigen als braunrote Dämpfe — nitrose Gase — auf. Sie entwickeln sich bei der Herstellung und technischen Verwendung von HNO_3; besonders bei der Diazotierung und Nitrierung in chemischen Fabriken, Düngerfabriken, Metallbrennereien usw. Besonders werden die Luftwege gereizt. Bei ausgedehnter Einwirkung stellt sich nach einer meist unter scheinbarem Wohlbefinden verlaufenden Latentzeit von 8 bis 10 h, bei vollem Bewußtsein trockener Husten, Engigkeitsgefühl mit Unmöglichkeit zum Liegen ein, nach 30 bis 40 h meist zunehmende Atemnot (Lungenödem), schließlich Herzschwäche. Sofortige Sauerstoffeinatmung bis zum völligen Schwinden der Lungenerscheinungen, zweckmäßig unterstützt durch Wasserdampfeinatmung, sind die besten Gegenmaßnahmen. Zur Vorsicht sollen alle Leute, die Erkrankungen der Atmungsorgane durchgemacht haben, aus diesen Betrieben ausgeschlossen werden.

[2]) Schrifttum s. am Schluß dieses Aufsatzes.

Andere gewerbliche Ätzgase sind:

Essigsaure Dämpfe, Formaldehyd, Flußsäure. Flußsäure erzeugt tiefe, eitrige Wunden. Man schützt die Hände gegen sie mit unverletzten Gummihandschuhen.

Auch Kresol und Karbol seien genannt, die die Augenbindehaut und die Nieren reizen; ferner Akrolein, das stechend unangenehm riechende Gas, das beim Erhitzen der Fette und Öle auftritt.

Schädigungen der Haut und Schleimhaut

Konzentrierte Säuren und Laugen wirken verätzend. Viele Stoffe, wie verdünnte Säuren, Alkalien, fettlösliche Stoffe, Teer, Galvanisierungssalze usw., die die Haut ihrer schützenden Fettschicht berauben, verursachen gelegentlich gewerbliche Ekzeme.

Künstliche Düngemittel, besonders Thomasphosphatmehl, Superphosphat, Kalkstickstoff sowie Zement und Ätzkalk wirken ekzemerregend. Ein Spritzer Kalkmilch kann Bindehaut und Hornhaut des Auges verätzen. An der Haut der Finger können durch Kalkmilch bei der Handhabung in Bau- und Äschergruben beim Vorhandensein kleinster Wunden Geschwüre (Kalklöcher) entstehen.

Zur Verhütung von Gewebeekzemen dient Einreiben der Haut mit Glyzerin nach der Arbeit. Zur Heilung werden verschiedene Salben — namentlich Zinkoxyd-Salbe — angewendet.

Reines trockenes Kochsalz reizt die Haut wenig, dagegen greifen Salzlösungen (Heringslake) die Haut tief und schmerzhaft an. Chlorkalk verursacht Schweißabsonderung; daher verwendet man zum Händewaschen nur schwachen Chlorkalkbrei und spült mit Antichlor (Natriumhyposulfit) nach.

Bei der Herstellung von Chromaten, der Regenerierung von Chromlaugen und der Verwendung dieser Salze in Chromgerbereien, Zündholz- und Sprengstofffabriken, Holzbeizereien, Textilindustrien (Walkereien, Färbereien, Zeugdruckereien) treten bei vorhandenen kleinsten Hautverletzungen runde, tiefgehende, hoch- und glattrandige, oft schlecht heilende Geschwüre (Chromgeschwüre) auf. Besonders an den unbedeckten Körperstellen, auf dem knorpeligen Teil der Nasenscheidewand — meist beiderseitig — finden sich Ekzeme und Geschwüre, die bei über 70 vH der Arbeiter zur Perforation führen, sich dann schmerzlos entwickeln und weiterhin keine Beschwerden machen. Nur die Chromsäure und ihre Alkalisalze wirken gesundheitschädlich, andre Chromverbindungen nur dann, wenn ihnen krankheiterregende Stoffe, wie z. B. Blei, anhaften. Der Arzt behandelt die Wunden mit Wasserstoffsuperoxyd, Ichthyolsalbe und völlig dichtschließendem Gaze-Leukoplastverband.

Zement- und Pikrinsäurearbeiter leiden in ähnlicher Weise. Die Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 16. Mai 1907 regelt den Betrieb in Alkalichromatfabriken.

Arsenverbindungen erzeugen Mattigkeit, Brechreiz, Durchfall, starke Abmagerung, allgemeinen Kräfteverfall. Eiweiß tritt in den Urin über. Bisweilen zeigen sich Nagel-, Haarausfall und krebsartige Erscheinungen. Das Gesetz von 1887 verbietet die Anwendung arsenhaltiger Farben zur Umhüllung von Nahrungs- und Genußmitteln, Herstellung von Tapeten, Möbelstoffen u. a. m. Bei mit arsenhaltigen Farbstoffen hergestellten Tapeten tritt die Abspaltung von Arsenwasserstoff auf. Arsenverbindungen dienen zur Bekämpfung von Schädlingen. Die Abgabe des Giftstoffes ist landesgesetzlich geregelt. Chronische Vergiftungen können wie Unfälle entschädigt werden.

Argyrie tritt beim Arbeiten mit Silberlösungen auf. Diese Erkrankung zeigt sich durch Verfärbung einzelner Haut- und Schleimhautteile bei Arbeitern, die mit Silberlösungen umzugehen haben.

Schädigungen der Verdauungsorgane

Blei. Unter den gewerblichen Giften, die besonders die Verdauung schädigen, steht das Blei an erster Stelle. Die Giftigkeit der einzelnen Bleiverbindungen ist sehr verschieden, der Organismus wird um so mehr geschädigt, je leichter die Gifte im Magensaft löslich sind. Bleivergiftungen sind am häufigsten: a) bei Bleiweiß und anderen Bleifarben, z. B. Chromgelb; bei Bleiglätte, die für Glas, Glasieren, Flußmittel, Herstellung von Mennige und verschiedenen Bleiverbindungen, Firnis, Kitt, Bleipflaster benutzt wird; bei Mennige (Pb_3O_4) als rote Anstrichfarbe; bei Bleizucker (essigsaures Pb) für die Fabrikation von Bleiweiß und Chromgelben, für Glas und die keramische Industrie, als Beize für Färbereien, für Trockenstoffe (Sikkative);

b) bei metallischem Blei und Bleilegierungen in Blei- und Zinkhütten, Gieß- und Walzwerken, Akkumulatorenfabriken, chemischen Werken und Textilfabriken. Metallisches Blei ist verhältnismäßig wenig giftig, oxydiert aber schnell an seiner Oberfläche, Bleisulfid ist ungiftig. Bleihaltiger Staub ist besonders gefährlich. Das Blei wird in erster Linie vom Darm aufgenommen. Der Organismus scheidet es hauptsächlich durch die Verdauungsorgane aus. Monatelang fortgesetztes tägliches Einnehmen von geringen Mengen (1 bis 5 mg) führt zu schweren Erscheinungen, ebenso wie 10 mg täglich bereits nach wenigen Wochen (Legge-Goadby). Die krampfartigen Zustände — die Bleikolik — treten bisweilen plötzlich ein. Oft gehen Verdauungsstörungen mit Appetitmangel, Verstopfung, Mattigkeit, Kopfweh voraus. Blei hat eine gewisse Affinität zum Nervensystem, die motorischen Nerven, besonders die Streckmuskeln, können gelähmt werden.

Bleierkrankungen müssen gemeldet werden und sind durch Verordnung vom 12. Mai 1925 unter die gewerblichen Erkrankungen aufgenommen, deren Folgen wie Unfälle entschädigt werden. Eine gleichartige Bestimmung ist gemäß den Beschlüssen der internationalen Arbeiterkonferenz 1925 in Genf für Blei- und Quecksilbervergiftungen allen Mitgliedern der internationalen Arbeiterorganisation auferlegt. Über die hygienische Einrichtung der Betriebstätten und Herstellung von Bleifarben wurde unter dem 27. Januar 1920 die letzte Verordnung vom Reichstag erlassen.

Im Berichtjahr 1925/26 sind 2781 Anzeigen, darunter 1893 ärztliche über Erkrankungen an Blei oder seinen Verbindungen eingegangen. Zur Entschädigung führten 149 Fälle. Die Anzeigen und die entschädigten Fälle verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen in den Richtlinien bezeichneten Krankheitszustände:

Krankheitszustand	Anzeigen	Entschädigte Fälle
Gehirnkrankheiten		
α) Bleieklampsie (Krämpfe) usw.	107	4
β) chronische Erkrankungen	27	4
Erkrankungen des peripherischen Nervensystems	66	15
Bleiarthralgie (Gelenkerkrankung)	105	3
Erkrankung der Nieren	—	—
Bleianämie (sog. Blutarmut)	359	26
Erkrankung der Verdauungsorgane	1528	92

552 Anzeigen über Bleierkrankungen (356 ärztliche) enthielten überhaupt keine nähere Bezeichnung der Krankheitsart.

Zink. Zinkvergiftungen sind in der Gewerbehygiene als Gießfieber (Zinkoxyddämpfe) bekannt. Befallen werden Gelbgießer und Schweißer, die verschiedene Legierungen von Zink, Kupfer, Zinn verarbeiten. Die zinkhaltigen Legierungen sind am gefährlichsten. Die Anfälle beginnen mit Schüttelfrost, Übelkeit und Fiebersteigerung mit Schweißausbruch und sollen durch Aspirin verhindert werden (Laskovic).

Auch Kadmiumstaub reizt die Magen- und Darmschleimhaut und führt zur Abmagerung (Schwarz, Otto).

Kupfer ist ohne gewerbehygienische Bedeutung; starke Dosen ätzen den Magen. Die in Konservenfabriken zur Erhaltung der grünen Farbe der Gemüse angewendeten Kupfersulfatmengen (55 mg auf 1 kg Gemüse) sind unschädlich.

Phosphor. Praktisch giftig ist nur der gelbe Phosphor, nicht der amorphe, rote Phosphor. Daher kommen Vergiftungen bei der Herstellung des Phosphors aus Phosphoriten, Knochenasche und bei Erzeugung von Phosphorbronze vor. Ferner, soweit dies noch gestattet ist, bei der Herstellung von Zündhölzern aus gelbem Phosphor, bei der Zündhütchen- und Zündstreifenfabrikation. Die akute Phosphorvergiftung äußert sich durch Verdauungsstörungen. Auch Kiefernekrose tritt auf.

Schädigung des Zentralnervensystems

Das leicht verdampfbare Quecksilber zählt hier zu den gefährlichsten Giften. Quecksilberverbindungen sind um so gefährlicher, je löslicher sie im Magensafte sind. Daher ist Zinnober (HgS) wegen seiner Unlöslichkeit ohne Einwirkung. Neben den Hüttenarbeitern sind die Arbeiter in Filzhutfabriken, in Thermometer- und Barometerfabriken (teilweise Heimarbeit), Feuervergoldereien, Glühbirnenfabriken und Quecksilber-Spiegelbeleganstalten gefährdet. Quecksilberdämpfe gelangen durch die Lungen, die unverletzte Haut, auch durch die Verdauungsorgane (mit den Nahrungsmitteln und an beschmutzten Fingern) in den Körper und wirken auf das Zentralnervensystem. Die Handhabung von Sublimat verursacht Hautreizungen. Bekannte Kennzeichen der Quecksilbereinwirkung sind Entzündungen des Zahnfleisches und Lockerung der Zähne. Auch treten psychische Veränderungen bei den Erkrankten auf, sie sind leicht reizbar, schlafen schlecht und zeigen Zitterbewegung der Hand beim Schreiben. Über die Einwirkung von Amalgam-Zahnfüllungen auf das Allgemeinbefinden hat Prof. Stock ausführlich berichtet[3]).

Gasförmige gewerbliche Gifte, die auf nervöse Organe einwirken, sind die narkotischen Stoffe Benzin und Benzol. Das niedrig siedende Benzol gelangt in erster Linie in die Atmungswege (akute Vergiftungen, fast vollständige Absorption), durchdringt aber auch vermöge seines Fettlösungsvermögens die Haut (subakute, chronische Vergiftungen). Es wird durch die Atemluft ausgeschieden. Leichte Vergiftungen verursachen einen Rauschzustand, schwere Fälle können zu Krämpfen, Besinnungslosigkeit, Delirien und Tod führen. Neben der Giftigkeit dieser narkotischen Stoffe ist gewerbehygienisch ihre Flüchtigkeit von Bedeutung. Benzol ist giftiger als Benzin. Dieses mischt sich aber, weil flüchtiger, der Atemluft leichter zu. Frauen sollen nicht mit Benzol arbeiten. Die akute Vergiftung ist als Unfall an sich schon anzeigepflichtig, chronische Vergiftungen können wie Unfälle entschädigt werden. Toluol, Xylol wirken in gleicher Weise.

Benzin ist sehr feuergefährlich, deshalb ist es für viele Zwecke durch nicht entflammbare Stoffe ersetzt worden, durch Tetrachlorkohlenstoff und vor allem Trichloräthylen[4]). Die betäubenden Wirkungen sind ähnlich wie beim Benzin, auch bei Tetrachloräthan, das zum Tränken der Flugzeugtragflächen dient.

Nitro- und Aminoverbindungen der aromatischen Reihe. Als Ausgangstoffe für die Anilinfarbenindustrie und Sprengstoffabrikation sind gewerbehygienisch die nitrierten Kohlenwasserstoffe von Wichtigkeit, vor allem Mono- und Dinitrobenzol, das durch seinen bittermandelähnlichen Geruch bekannt ist. Im allgemeinen können die Angaben über die Wirkung des Dinitrobenzols für alle Nitrokörper der aromatischen Kohlenwasserstoffe gelten. Vorzugsweise erkranken solche Personen (Unterernährte, Ermüdete, durch Alkohol Geschwächte, Kranke), deren körperliche Widerstandfähigkeit herabgesetzt ist. Gute Gegenmaßnahmen sind frische Luft, kühles Reinigungsbad, eventuell Verabreichung von Milch und Sauerstoffatmung.

Trinitroanisol wirkt auf die Haut stark reizen[d]

[3]) Vergl. Z. für angewandte Chemie Bd. 39 (1926) S. 461.
[4]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 835.

Trinitrophenol (Pikrinsäure) spielte im Kriege …ne große Rolle, doch wurden allgemeine Vergiftungen …urch diesen stark bitter schmeckenden, Haut und Haare …ark gelb färbenden Stoff nicht bekannt.

Nitroglyzerin wirkt ähnlich wie die beschrie…nen nitrierten Körper. Bei den ersten Erkrankungs…scheinungen ist der Arbeiter aus dem Betrieb zu ent…rnen; Alkoholgenuß, der den Körper giftempfindlich …acht, ist zu vermeiden, und für eine kräftige Ernährung …t zu sorgen.

Ähnlich wie die Nitroverbindungen wirken die Amino…rbindungen (Anilin) und ähnlich aufgebaute Körper. Sie …erden bei der Herstellung und Verarbeitung von Anilin…rben und für photographische und pharmazeutische Stoffe …erwendet. Das Gift wird vor allem durch die Haut, der …taub auch durch den Magen- und Darmkanal aufgenom…en. Die Krankheit ist dadurch äußerlich gekennzeichnet, …aß Lippen, Zunge, Ohrmuschel und Hals blau gefärbt …erden. Gemäß der Verordnung vom 12. Mai 1925 können …ie Vergiftungen durch diese Nitro- und Aminoverbindungen …ie Unfälle entschädigt werden. Im Berichtjahr 1925/26 …urden 103 Anzeigen erstattet, zur Entschädigung führte …in Fall.

Amylazetat, Azeton sind beliebte Lösungsmittel …ür Zaponlacke, Schutzkappenstreifen, die besonders viel in …er Filmindustrie benutzt werden. Sie wirken betäubend, …zeton greift die Bindehaut des Auges an.

Terpentin und namentlich die Ersatzmittel San…rajol, Tetralin, Terapin, viel gebraucht in der …chuhputzmittel-, Bohnerwachs- und Lackindustrie, wirken …etäubend und ätzend.

Methylalkohol. Als Trinkbranntwein verboten. Die schweren, tödlichen Vergiftungen sind genügend bekannt. Die Schleimhäute werden gereizt, auch kann die Netzhaut des Auges erkranken.

Schwefelwasserstoff tritt überall auf, wo organische Stoffe faulen, in Latrinen, Kanälen und Sielen der Städte (Kloakengas); ferner in Gerbereien, Abdeckereien, Leimsiedereien, Flachsröstereien, Stärkefabriken, Leuchtgasfabriken, in der Schwefelsäureindustrie, beim Hochofenvorgang, in der Teer- und Farbenindustrie usw. Die Atmungsorgane nehmen das Gas auf. Es besteht teils zunehmende, teils verminderte Empfindlichkeit. Die eingeführten Riechproben sollten durch andre Erkennungsverfahren (z. B. Bleipapier) ersetzt werden. Mäßige Gaben erzeugen Reizwirkungen der Schleimhäute und Augenbindehaut, große Mengen lähmen das Zentralnervensystem mit deutlicher Hirnwirkung und Zersetzung des Blutes. Schon kleinere Mengen (0,15 bis 0,5 mg) wirken giftig. Von etwa 1 mg treten die Hirnsymptome in den Vordergrund, bei 1,8 mg und mehr Besinnungslosigkeit und plötzlicher Tod. In leichteren Fällen erholt sich der Kranke meist vollständig und schnell. Schwerere Fälle bedingen meist längeres Kranksein; Nachwirkungen bleiben äußerst selten zurück. Künstliche Atmung, fortgesetzte Sauerstoffzufuhr werden als Gegenmittel angewendet.

Kohlensäure ist spezifisch schwer; sie sammelt sich in Brunnenschächten, Gärungskellern. Die rasch auftretende Atemnot zwingt zum Verlassen solcher Räume, meist bevor Ohnmacht auftritt. Stärkerer Gehalt (6 bis 12 vH) in der Atemluft wirkt als Nervengift. In Kopfhöhe kommen in Kellern solche Konzentrationen selten vor.

Schwefelkohlenstoff, stark lichtbrechende, chloroformartig riechende, äußerst flüchtige Flüssigkeit. Die Dämpfe haben gegen Luft etwa das spezifische Gewicht 2,5, sinken demnach zu Boden und sind mit Luft gemengt explosibel. Schwefelkohlenstoff ist ein beliebtes Lösungsmittel in der Gummiindustrie, dient zum Vulkanisieren, zum Lösen von Fetten und Harzen, in Zündholzfabriken zum Lösen von Phosphor; er wird in der Tränk- und Isoliertechnik und zur Schädlingsbekämpfung benutzt.

Schwefelkohlenstoff ist ein schweres Nervengift. Leichte Erkrankungen heilen, bei schweren Fällen bleiben nervöse Störungen der mannigfachsten Art zurück. Daher sind hier strenge Maßnahmen der gewerblichen und persönlichen Hygiene notwendig, die vom Arzt überwacht werden und die man 1902 durch die Verordnung des Reichskanzlers festgelegt hat. Im Berichtjahr 1925/26 wurden 111 Anzeigen, darunter 86 ärztliche, erstattet, fünf Fälle davon wurden entschädigt.

Phosphorwasserstoff, im Azetylengas enthalten, tritt bei Durchnässung von Ferrosilizium auf, oft in Verbindung mit Arsenwasserstoff. Er verursacht Übelkeit, erschwerte Atmung und Bewußtseinstörungen. Der menschliche Körper ist schon gegen Spuren (0,14 mg in 1 l Atemluft) des Gases empfindlich.

Brommethyl, Jodmethyl, Chlormethyl sind schwere Nervengifte mit Sehstörungen, Ataxie und Hirnsymptomen im Gefolge.

Schädigung des Blutes

Kohlenoxyd (CO), ein farb-, geruch-, geschmack- und reizloses Gas, ist ein gefährliches Blut- und Nervengift, das alljährlich viele Opfer fordert. Es tritt auf in Explosionsgasen: Spreng-, Minengasen, schlagenden Wettern, bei Zelluloidverbrennungen, in den Abgasen (Gichtgasen) der Hoch- und Schachtöfen, im Wassergas (Generatorengas), bei offenen Kohlen- und Koks-Schmiedefeuern, in Kokskörben beim Trocknen von Neubauten, in Rauch- und Brandgasen der Bergwerke, im Leuchtgas, in Auspuffgasen der Benzinmotoren, überall wo Kohle und kohlenstoffhaltige Substanzen bei ungenügender Luftzufuhr verbrennen, also bei offen brennender Holzkohle, in Bügeleisen und Lötöfen usw. Durch Kohlenoxyd werden Leuchtgas und Generatorengas giftig. Das Gas wird durch die Atmungsorgane aufgenommen und durch die Atemluft ausgeschieden. CO geht mit dem Blutfarbstoff unter Ausscheidung des Sauerstoffs eine chemische Verbindung, CO-Hämoglobin ein. Bei 0,05 vH CO-Gehalt der Atemluft beginnt die Giftwirkung; sind ⅔ des Sauerstoffes im Oxyhämoglobin durch CO ersetzt, so tritt der Tod ein. Die akute Vergiftung beginnt mit Kopfschmerz, Schwindel, Übelsein.

CO wird im Blute spektroskopisch oder chemisch durch die Tanninprobe nach Kunkel nachgewiesen. Das Spektrum des CO-Hämoglobins zeigt zwei Absorptionsstreifen zwischen den Frauenhoferschen Linien D und H. Das CO in der Luft wird durch Absorption in Blutlösung spektroskopisch bestimmt. Über die Behandlung bei CO-Vergiftungen hat das Reichsgesundheitsamt ein Merkblatt 1923 herausgegeben.

Blausäure (HCN) ist ein farbloses, stechend riechendes, außerordentlich starkes Blutgift. HCN bildet sich leicht aus Zyansalzen. Es wird als Schädlingsbekämpfungsmittel (Entwesungsverfahren) zum Vertilgen von Ungeziefer, Mehlmotten verwendet.

Bei Vergiftungen werden künstliche Atmung, Sauerstoffatmung (reiner Sauerstoff verdrängt das CO aus dem Hämoglobin fünfmal schneller als Luftsauerstoff) und Magenspülungen verordnet. Leichte Fälle hinterlassen keine Folgen, schwere Fälle sind zu beachten, da der Tod rasch eintritt.

HCN wird durch die Atemluft aufgenommen, auch durch die verletzte Haut. Die Vergiftungserscheinungen äußern sich zunächst durch Auftreten von Schwindel, Herzklopfen, Kratzen im Hals, Krämpfe, dann tritt Schaum vor den Mund, Atemlähmung und schlagartiger Tod folgen. Die Körperzellen vermögen den Sauerstoff des Blutes (trotz Überschuß) nicht mehr aufzunehmen und zu verarbeiten. Das Zentralnervensystem wird gereizt und gelähmt, besonders das Atemzentrum leidet. 0,1 mg HCN in 1 l Luft wirkt bei längerer Einwirkung bereits giftig. HCN wird in der Luft (nach Perturi-Castaldi) mittels Filtrierpapierstreifen nachgewiesen, die mit einer Lösung von 0,25 vH Kupfernitrat und 0,25 vH essigsaurem Benzidin zu gleichen Teilen getränkt sind und sich dann blau färben.

Arsen und seine Verbindungen. Im Berichtjahr 1925/26 kamen 27 Fälle, darunter 21 ärztliche, zur Anzeige. Entschädigt wurde kein Fall.

Arsenwasserstoff (AsH_3) ist ein ausgesprochenes Blutgift; technische Schwefelsäure und Salzsäure, viele Metalle, wie Fe, Zn, Pb enthalten oft Arsen. Da verdünnte Säuren besonders stark auf Metalle wirken, verursacht gerade die Verdünnung der Säure (Reinigen von Säurebehältern) die Gefahr der AsH_3-Bildung.

Auch kann der Wasserstoff der zu Luftschiffüllungen und bei Knallgasgebläsen für autogene Schweißungen verwendet wird, AsH_3-haltig sein, daher Vorsicht! Arsen verursacht allgemeine Verdauungs- und Ernäherungsstörungen. Zum Nachweis dient die Marshsche Probe. Als Gas wird AsH_3 durch die Atmungsorgane aufgenommen, schon ein Gehalt von 0,05 vH in der Einatmungsluft wirkt schädlich. Der Arzt empfiehlt Sauerstoffeinatmung, Morphium und Kampfereinspritzung.

Schädigung des Auges

Chronische Reizwirkung der Lichtstrahlen kann bei Feuerarbeitern, an Schmelzöfen von Glashütten, insbesondere bei Glasbläsern, den grauen Star hervorrufen.

Erkrankungen an Hautkrebs

werden hervorgerufen durch Ruß, Paraffin usw.

Erkrankungen durch Röntgenstrahlen und andre strahlende Energie

Röntgenstrahlen und radioaktive Strahlungen erzeugen schleichend einsetzende Hauterkrankungen, „Röntgengeschwür" und Hautkrebs.

Starke Lichtstrahlungen (rote, und die mit den Lichtstrahlen auftretenden ultravioletten, ultraroten Strahlen) können akute Schädigungen — Reizungen der Augen, Sonnenstich, Hitzschlag — herbeiführen, die stets als Betriebsunfälle anzusehen sind.

Die Wurmkrankheit der Bergleute

Die Erfahrungen bei der Bekämpfung der Krankheit im Ruhrkohlengebiet in den letzten 20 Jahren haben die Gewißheit verschafft, daß bei genügender Aufmerksamkeit — rechtzeitiger Beseitigung der Fäkalien, größter Reinlichkeit usw. — ein Wiederaufflackern der Krankheit nicht zu befürchten ist. In den Tropen ist die Wurmkrankheit nach den Berichten der Rockefeller Foundation 1918/23 überaus verbreitet; es wurde geschätzt, daß auf der ganzen Erde etwa 500 bis 600 Millionen Menschen mit dieser Krankheit behaftet sind, und Hunderttausende an der durch die Krankheit hervorgerufenen Blutarmut sterben. Der Krankheitserreger ist ein zur Familie der Nematoden gehörender Wurm.

Schneeberger Lungenkrankheit

Paracelsus sagt in seiner Schrift „Von der Bergsucht und andern Bergkrankheiten" um 1531: „Erzleut, Schmelzer, Knappen, welche im Erz bauen, werden bergsüchtig und fallen in die Lungensucht". Im Erzgebirge waren seit der Mitte des 12. Jahrhunderts (Silbererz bei Freiburg) die Berufskrankheiten wohl bekannt. Das Krankheitsbild ist trotz des Rückganges der Belegschaft von z. B. 547 (1902) auf 198 (1920) und 80 (1923) Mann noch heute das gleiche wie vor Jahrhunderten. Es handelt sich um Geschwulstbildungen in der Lunge (Lungenkrebs). Als Hauptursache ist wohl die Einatmung von arsenhaltigem Gesteinstaub (Speiskobalt) anzusehen, verbunden mit Gelegenheitsursachen wie Nässe, Erkältungen, Ernährungsmangel, Überanstrengung.

Folgerungen

Um eine möglichst große Einschränkung der Krankheitsfälle zu erzielen, ist und bleibt die restlose Aufklärung das wichtigste. Ein jeder soll mit der ersten Hilfeleistung vertraut sein, wenn auch die Hauptarbeit dem Arzt verbleiben muß, doch darf keine kostbare, nicht zu ersetzende Zeit verloren werden. Es sei nochmals betont, daß bei leichten Vergiftungserscheinungen eine Lagerung oder Bewegung des Kranken in frischer Luft, bei guter Aufsicht und Schutz vor Abkühlung, genügt. Schwerere Fälle erfordern künstliche Atmung, Sauerstoff-Wasserdampf-Inhalationen, Hautreize, Herzmittel, Antineuralgika usw. Ein großer Teil von Erkrankungen wird dadurch bedingt, daß über die schädlichen Giftmengen oft noch falsche Anschauungen verbreitet sind, und daß durch unverantwortlichen Leichtsinn bei dem Umgang mit giftigen Stoffen die Gefahr unterschätzt wird.

Wichtig ist außerdem die wiederholte Belehrung der Arbeiterschaft über den Zweck der ärztlichen Überwachung. Regelmäßige Untersuchungen sind notwendig; denn nur der Arzt kann beginnende Krankheiten aus gewissen Merkmalen erkennen und sie durch zweckdienliche Anordnungen in der Entstehung heilen. Der kundige Arzt kann ferner ermessen, ob die Beschwerden mit der Art der Arbeit im Zusammenhang stehen und durch geeignete Verwendung den Arbeiter vor Schaden bewahren.

Gewerbeerkrankungen kommen in einer Reihe von Berufen vor, doch ist nicht jeder gleich empfindlich. Jeder Beruf weist eigenartige Schädigungen auf, selbst der als der gesündest geltende des Landmannes. Die regelmäßigen ärztlichen Untersuchungen bezwecken eben, die Erkrankungen auf das geringst mögliche Maß einzuschränken.

Für alle Berufstätigen ist es unbedingt erforderlich in dem heutigen harten Kampf ums Dasein, der ganze Menschen erfordert, den Körper durch Leibesübungen zu stählen. Heute, wo unser Volk durch die Entbehrungen eines verlorenen Krieges und die Nachwirkung der Nachkriegsjahre wenig widerstandfähig geworden ist, müssen die schädigenden Wirkungen der Berufsarbeit durch entsprechende Betätigung des Körpers nach Möglichkeit eingedämmt werden. Die ärztlichen Messungen und Aufzeichnungen geben uns ein klares Bild, wie sehr die Volksgesundheit und die körperliche Leistungsfähigkeit, besonders in der Nachkriegszeit, gelitten hat. So sind z. B. die Lehrlinge der Nachkriegszeit im Mittel um 10 cm kleiner als vor dem Kriege, der Brustumfang war um rd. 6 cm geringer geworden. Bei der Einstellung in das Heer betrug die Untauglichkeitsziffer früher 40 vH, heute ist sie auf 70 vH gestiegen. Vielleicht ist hier den Leibesübungen die wertvolle Aufgabe entstanden, noch recht bedeutende Erfolge zu erzielen. Mit der Verbreitung der Leibesübungen hält die Erkenntnis Schritt, daß nur der Mensch leistungsfähig bleiben kann, dessen Körper gesund und widerstandfähig ist; denn heute gilt mehr denn je das Losungswort: „Wer nicht zu kämpfen versteht, geht unter."

Schrifttum

Reichsarbeitsblatt 1925.
Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebsicherheit. Dr. Syrup. Prof. Dr. Fr. Holtzmann. Berlin 1926.
Deutsche Ztschr. f. d. ges. gerichtliche Medizin.
Münchner mediz. Wochenschrift.
Ztbl. für Gewerbehygiene 1925. Floret.
Deutsche mediz. Wochenschrift.
Wiener klinische Wochenschrift.
Archiv für Hygiene.
Zeitschrift für Hygiene.
Zeitschr. f. angew. Chemie 1926, Stock.
Klinische Wochenschrift 1925. Schurch.
Holtzmann, in Ullmann, Oppenheim, Rille, Schädigung der Haut. Bd. II. Leipzig 1925, Leop. Voß.
Unfallverhütung und Betriebsicherheit. Berlin 1910.
Denkschrift d. Deutschen Berufsgenossenschaften.
Ärztliche Merkblätter.
Öffentliche Gesundheitspflege. [B 607]

Das Großkraftwerk Ryburg-Schwörstadt am Rhein

Von Dr. Robert Haas, Rheinfelden

Das zwischenstaatliche (deutsch-schweizerische) und gemischtwirtschaftliche Unternehmen errichtet mit 60 Mill. Fr veranschlagten Kosten eine Wasserkraftanlage für 8 bis 12 m Gefäll und 1000 m³/s Wassermenge (180 Tage im Jahre), die in vier Kaplan-Turbinen von je 250 bis 300 m³/s Schluckfähigkeit nutzbar gemacht werden.

Abb. 1
Der Rhein an der Baustelle des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt vor Beginn der Bauarbeiten
(Nach einem Ölgemälde von Fritz Wucherer, Kronberg im Taunus)

Allgemeines

Vom Bodensee bis Basel weist der Oberrhein ein Gesamtgefälle von etwa 150 m auf, das in 13 Gefällstufen ausgebaut werden könnte; diese verteilen sich auf etwa 100 m ausnutzbares Gefälle. Davon sind jetzt schon die Stufen bei Augst-Wyhlen, Rheinfelden, Laufenburg, Eglisau, sowie Teilstufen bei Schaffhausen in Betrieb. Im Bau befindet sich das Gefälle bei Ryburg-Schwörstadt (etwa 5 km oberhalb Rheinfeldens), und Baugenehmigungen sind für die Gefälle bei Dogern und Reckingen erteilt, während für die Werke bei Birsfelden (oberhalb Basel) und Säckingen noch Entwürfe in Bearbeitung sind. Die in jener ganzen Rheinstrecke schlummernden Kräfte sind bedeutend. Man könnte, einen vollen Absatz vorausgesetzt, mehr als 3 Milliarden kWh aus dem Oberrhein erzeugen; als Vergleich diene, daß die gesamte jährliche Energieerzeugung der dem öffentlichen Verbrauch dienenden Elektrizitätswerke Deutschlands nach der Schätzung für 1927 etwas mehr als 10 Milliarden kWh betrug.

Die Vorarbeiten für das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt gehen bis zum Jahre 1909 zurück, in welchem fast gleichzeitig die Kraftübertragungswerke Rheinfelden und die Motor-A.-G. in Baden (Schweiz) Gesuche um Nutzbarmachung der Gefällstufe bei Schwörstadt bei den Behörden einreichten. Die badischen Behörden verhielten sich jahrelang ablehnend, dann kamen Schiffahrtsfragen hinzu, der Krieg störte die weitere Durchführung, so daß man erst etwa im Jahre 1923 wieder ernsthaft an die Verwirklichung dieser Pläne gehen konnte.

Inzwischen hatten sich die Motor-A.-G. und die Kraftübertragungswerke Rheinfelden zu gemeinsamem Vorgehen geeinigt. Die geänderte Auffassung über die Mitwirkung des Staates bei solchen Kraftversorgungsunternehmungen ließ eine Beteiligung der beiden Uferstaaten, die die Baugenehmigung zu verleihen hatten, erwünscht erscheinen, und so wurde nach langen Vorverhandlungen am 9. Oktober 1926 das Unternehmen unter dem Namen „Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.-G." mit dem Sitz in Rheinfelden (Schweiz) als zwischenstaatliche und gemischtwirtschaftliche Aktiengesellschaft gegründet. Als Beteiligte zu gleichen Teilen traten auf:

die Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Rheinfelden in Baden (Privatunternehmen),
die Badische Landeselektrizitätsversorgung-A.-G. (Badenwerk), Karlsruhe i. B., als Vertreter des Badischen Staates,
die Motor-Columbus-A.-G. für elektrische Unternehmungen, Baden in der Schweiz (Privatunternehmen), und
die Nordostschweizerischen Kraftwerke, A.-G., Baden (Schweiz), als Vertreter der Schweizerischen Eidgenossenschaft.

Die Unternehmung ist eine Gesellschaft schweizerischen Rechtes mit einem Aktienkapital von 30 Mill. Fr., auf das bis jetzt 30 vH einbezahlt sind. Die vier Gründer haben zu gleichen Teilen und mit gleichen Rechten und Pflichten am Unternehmen teil, sind auch ebenso an der Finanzierung beteiligt und haben gleiches Anrecht auf je ein Viertel der jeweiligen Leistung des Kraftwerkes. Jeder Teilhaber ist außerdem verpflichtet, 22,5 vH (also zusammen 90 vH) der jeweiligen Leistung des Werkes abzunehmen oder zu bezahlen, und zwar zu Preisen, die die Wirtschaftlichkeit des Werkes ausreichend sichern. Das Baukapital wird etwa 60 Mill. Fr. betragen, wovon die eine Hälfte durch die Aktien und die andre Hälfte auf dem Wege der Anleihe, sichergestellt durch die vier beteiligten Stromabnehmer, beschafft werden soll.

Die Gesellschaft wird durch einen Verwaltungsrat von 16 Mitgliedern geleitet. Die eigentliche Geschäftsführung liegt in den Händen des Verfassers, der auch beim Zustandekommen des Unternehmens von Anfang an mitgewirkt hat.

Bauliches

Das künftige Werk wird zu den besten Laufwasserkräften der Schweiz und Deutschlands zählen. Das Gefäll ist für ein Flußwerk bedeutend, Abb. 1, und schwankt zwischen 8 und 12 m. Die Ausnutzung wird bis auf 1000 m³/s gebracht, was einer Ausbaugröße für 180 Tage im Jahr

a Granitlagerplatz
b künftige Großschiffahrtschleuse
c künftiger Schiffahrtvorhafen
d Seilbahnstation
e Zement- und Mörtelbereitung
f Fangdammgrube für den linken Teil des Stauwehrs
g desgl. für den linken Teil des Krafthauses
h untere Dienstbrücke
i Wassserwiderstand
k Auswaschungsrinne

l Baustellen für etwaige Freiluft-Schaltanlagen
m Kraftwerk
n Stauwehr
o Beamtenwohnhäuser

Die verschiedenen Gebäude sind Wohn-, Schlaf-, Speise-, Werkstatt- und Bauleitungsbaracken

Abb. 2
Gesamtanlagen des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt. M. 1 : 5000.

entspricht. Das Werk wird in der üblichen Form als reines Stauwerk errichtet, wobei Wehr und Maschinenhaus quer zum Rhein in derselben Achse liegen. Die Größenverhältnisse sind ungewöhnlich; denn die Wehröffnungen werden z. B. 24 m breit sein und jede der vier geplanten Kaplan-Turbinen wird eine Schluckfähigkeit von 250 bis 300 m^3/s aufweisen; dies dürften somit die größten Turbinen der Welt sein. Auf die künftige Schiffahrt wird hinreichend Rücksicht genommen in der Weise, daß die Ausführung der Arbeiten in der Zukunft nicht durch die Erbauung des Kraftwerkes erschwert werden wird.

Die Pläne, Abb. 2 und 3, zeigen auf der rechten Rheinseite das Kraftwerk, auf der linken Seite das Stauwehr. Von einem Einlaufbauwerk konnte man auf Grund der im Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule in Karlsruhe gemachten Versuche absehen, und wegen der Größe der Turbinenöffnungen wird auch ein Grobrechen genügen. Das Werk wird sich, abgesehen von den bedeutenden Größenausmaßen, nicht wesentlich von ähnlichen Laufwerken unterscheiden. Über die Höhenlage und Gestaltung der Turbinen wurden von den künftigen Lieferern und im Laboratorium für Strömungsmaschinen in Karlsruhe eingehende Versuche angestellt, bei denen vor allem auch die Fragen der Hohlraumbildung im Wasserstrom zu prüfen waren.

Die Bauarbeiten sind im vergangenen Winter mit der Herstellung der Zufahrtstraßen und des Eisenbahnanschlusses an die Deutsche Reichsbahn begonnen worden, Abb. 4. Die Bauarbeiten für das Wehr sind den schweizerischen Unternehmern Locher & Co. und J. J. Ruegg i[n] Zürich, der Bau des Kraftwerkes den deutschen Unte[r]nehmern Ph. Holzmann, A.-G., Frankfurt a. M., und Grü[n] & Bilfinger, Mannheim, übertragen worden, die sich z[u] Arbeitsgemeinschaften zusammengeschlossen haben. A[uf] Grund eingehender Voruntersuchungen des Untergrunde[s] konnte man es wagen, die Herstellung der Wasserbauten i[n] offener Baugrube in Aussicht zu nehmen, so daß nur i[n] Ausnahmefällen mit Luftdruckgründung zu rechnen sei[n] wird. Die Bauleitung ist der Motor-Columbus-A.-G., d[ie] über eine geeignete Organisation und die nötigen Erfa[h]rungen verfügt, übergeben worden. Das Werk wird wo[hl] Ende 1931 den Betrieb aufnehmen.

Die Bauwerke sind in Abb. 2 und 3 erkennbar. A[m] Schweizer Ufer sind neben den Baracken, Werkstätte[n] und den Baubureaus die Kiesaufbereitungsanlagen au[f]gestellt. Der Kies wird aus dem dort anstehenden Te[r]rassenschotter des Rheines gewonnen, gebrochen, gesie[bt] und gewaschen und — soweit er nicht auf der schweiz[e]rischen Seite Verwendung findet — durch eine Seilba[hn] auf das deutsche Ufer gebracht, wo es an Kiesvorkomme[n] mangelt. Den dort in drei Größen gestürzten Kies ve[r]arbeitet man mittels Betonmaschinen zu Gußbeton, d[en] man dann zur Ausführung der Bauten benutzt.

Einige Schwierigkeiten bereitet eine tiefe Au[s]waschungsrinne (*k* in Abb. 2) mitten im Rhein, die ma[n] sichern, ausfüllen und überbrücken muß. Da die Rin[ne] tiefer als 10 m unter die Rheinsohle geht, so werden do[rt] Arbeiten mit Luftdruckgründung nötig.

Abb. 3
Lageplan des Stauwehres und des Maschinenhauses
a —·— *a* Landesgrenze

Eigenart des Unternehmens

Die Art des Zustandekommens und der Beteiligungen an diesem Unternehmen ist in mancher Hinsicht bemerkenswert. Wie gesagt, sind daran beteiligt zwei b a d i s c h e und zwei s c h w e i z e r i s c h e Unternehmungen, außerdem auf jedem Staatsgebiet je eine privatwirtschaftliche und je eine staatswirtschaftliche Unternehmung. Es gelang also hier, die Interessen zweier Länder und der Staats- und Privatwirtschaft in zwei Ländern zu einem gemeinsamen Unternehmen zu vereinigen, ein Beweis dafür, daß es bei gutem Willen, ernstem Streben und wirtschaftlichen Notwendigkeiten möglich sein wird, selbst so verschiedene, sonst oft gegeneinander gerichtete Bestrebungen zu gemeinsamem Wirken zu vereinigen. In dieser Hinsicht dürfte das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt einzig dastehen und immer vorbildlich sein.

Betrachtet man die Erbauung des Werkes von großen Gesichtspunkten aus, so könnte man sagen: anstatt, daß jeder für sich ein wirtschaftlich weniger günstiges und kleines Kraftwerk gebaut hätte, haben sich Unternehmen zusammengeschlossen, um mit vereinten Kräften ein großes, wirtschaftlich außerordentlich günstiges Kraftwerk zu errichten. Jeder der vier Beteiligten hat sozusagen eine seiner Maschinen im Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt stehen. Das war ein verständiges und volkswirtschaftlich richtiges Vorgehen. [B 949]

Über Einzelheiten wird später berichtet werden.

Technisch-Wirtschaftliches

Entsprechend den Schwankungen der Wasserführung des Rheines und des Gefälles ergeben sich Leistungen zwischen 30 000 und 90 000 kW. Die erzeugbare elektrische Arbeit kann nach der mittleren Wasserführung der letzten 20 Jahre auf 650 Mill. kWh jährlich geschätzt werden. Hieraus ergibt sich bei 60 Mill. Fr Baukosten ein Strompreis von etwas mehr als 1 c/kWh. Da aber die ganze erzeugbare Menge wohl nicht abgesetzt werden kann, so dürfte der mittlere Strompreis in der Höhe von 1,5 c oder 1,2 ₰/kWh liegen. Dies ist immerhin ein Strompreis, der für süddeutsche Verhältnisse noch den Wettbewerb gegen die Braunkohle aushalten kann.

Die schwankenden Leistungen, insbesondere der bedeutende Anfall an Nacht- und Sonntagskraft, lassen den Zusammenschluß mit Dampfkraftwerken oder dem von der badischen Regierung geplanten Schluchseewerk wünschenswert erscheinen. Damit könnte ein Ausgleich für beide Teile geschaffen werden. Ein Teil der Kräfte des Werkes Ryburg-Schwörstadt wird voraussichtlich für den elektrischen Betrieb badischer Strecken der Reichsbahn Verwendung finden.

Abb. 4. Blick von Oberstrom auf die Wehrbaugrube am linken Stromufer, Fangdammarbeiten. Links vorn ein fertiges Stück des O. W.-Fangdammes. Links hinten in der Baugrube der Unterbau der U. W.-Dienstbrücke.

Umbau der Förderanlagen in einem schweizerischen Steinbruch

Bei dem größten Steinbruch der Schweiz: Alpach-Guber in 860 bis 1000 m Höhe ü. M. beträgt der Höhenunterschied bis zur nächsten Bahnstation 405 bis 445 m. Die bisherige Beförderung mit einer Luftseilbahn, die 300 m herabführte, und anschließend auf Pferdefuhrwerken, die eine 2,8 km lange Straße zu befahren hatten, verursachte verhältnismäßig hohe Kosten und verhinderte gleichzeitig die gewünschte Erhöhung der jährlich abzusetzenden Steinmenge auf 30 000 t.

Bei dem vom September 1925 bis zum März 1926 dauernden Umbau wurde für den oberen Teil des Förderweges eine Standseilbahn mit 37,5 vH größter Steigung gewählt, während der untere Teil mit Rücksicht auf das ungünstige Gelände als Luftseilbahn ausgeführt wurde. Zur Beförderung dienen zweiachsige Wagen, die aus einem Untergestell mit Seilbahnhängekasten bestehen. Die Wagen können an den einzelnen Absätzen des Steinbruches unmittelbar auf den Schrägwagen der Standseilbahn gefahren werden.

Auf der untersten Stelle der Standseilbahn erhalten die beladenen Wagen durch eine Schienenverbindung Anschluß an die oberste Haltestelle der Luftseilbahn, die als Zweiseilbahn mit Trag- und Zugseil ausgeführt ist. Die Gesamtlänge der Luftseilbahn beträgt rd. 3750 m, die mittlere Steigung 10 vH. Die Strecke weist 17 Stützen auf, die größte Stützenentfernung zwischen Pfeiler 3 und 4 beträgt rd. 740 m. Die Luftseilbahn mit 21 Wagen befördert 15 t/h Steine. Die Kasten der Wagen haben 0,5 m³ Inhalt, die Wagen folgen bei 2,25 m/s Zugseilgeschwindigkeit einander in Abständen von 386 m. Zum Antrieb des Zugseiles dient ein Elektromotor von 20 PS. Die Baukosten betrugen 540 000 Fr., davon entfielen auf die Standseilbahn 90 000 Fr. (Schweiz. Bauz. 7. Januar 1928 S. 3*)

[N 1154 g] Sd.

Beitrag zur Berechnung von Kreiselpumpen

Von Ingenieur Anselm Franz, Assistent an der Technischen Hochschule Graz

Die spezifische Drehzahl — Graphische Ermittlung der Stufen- und Stromzahl

Theoretische Grundlagen

Die drei Größen: Wassermenge, Förderhöhe und Drehzahl, insbesondere aber ihre gegenseitigen Verhältnisse, bestimmen die für einen vorliegenden Fall geeignete Pumpenbauart (Radial- oder Axialrad) und Radschaltung (Einradpumpe, Mehrstrom-, Mehrstufenanordnung).

Der im Turbinenbau gebräuchliche Begriff der spezifischen Drehzahl macht es nun leicht, das Charakteristische einer bestimmten Angabe für Wassermenge, Förderhöhe und Drehzahl zu erkennen, und ermöglicht es, bei entsprechender Darstellung, rasch ein übersichtliches Bild über die für den besonderen Fall in Frage kommenden Radarten und -schaltungen zu gewinnen.

Die spezifische Drehzahl n_s einer Pumpe ist die Drehzahl der dieser Pumpe in allen Teilen geometrisch ähnlichen, die so bemessen ist, daß sie unter der Voraussetzung gleichen hydraulischen Wirkungsgrades[1]) bei 1 m Förderhöhe die Nutzleistung von 1 PS ergibt[2]). Unter Förderhöhe der Pumpe wird dabei der nutzbare Energieunterschied von 1 (kg) Förderflüssigkeit am Aus- und Eintritt verstanden, unter Nutzleistung die Leistung in gehobenem Wasser[3]). Entsprechend soll unter der spezifischen Drehzahl n_{s1} des einzelnen Rades dieser Pumpe die Drehzahl der geometrisch ähnlichen verstanden werden, die so bemessen ist, daß die auf ein Rad entfallenden Anteile an der Förderhöhe und Leistung 1 m und 1 PS betragen.

Abb. 1 Radialrad einer Kreiselpumpe

Zur Aufstellung der Gleichung möge eine Pumpe angenommen werden, die bei i Stufen j gleiche parallel geschaltete Räder in einer Stufe hat. Ein Rad mit doppelseitigem Einlauf soll so behandelt werden wie zwei parallel geschaltete, einseitig beaufschlagte Räder, die zusammen dieselbe Wassermenge fördern. Für ein solches Rad wäre also $j = 2$ zu setzen. Liefert nun diese Pumpe bei n Uml./min Q m³/min, also $Q_{sec} = \frac{Q}{60}$ m³/s auf die Förderhöhe H (m), was einer Nutzleistung $N = \frac{1000}{75} Q_{sec} H$ entspricht, so beträgt der auf ein Rad entfallende Anteil

der Wassermenge
$$Q_1 = \frac{Q_{sec}}{j},$$
der Förderhöhe
$$H_1 = \frac{H}{i},$$
der Nutzleistung
$$N_1 = \frac{1000}{75} Q_1 H_1 \quad \ldots\ldots\ldots (1).$$

[1]) Daß diese Voraussetzung praktisch nicht ganz zutrifft, ist vorerst belanglos, da es sich hier lediglich um die Ermittlung theoretischer Vergleichswerte handelt.

[2]) Vergl. C. Pfleiderer: Die Kreiselpumpen, Berlin 1924, Abschnitt 67. [3]) Vergl. auch C. Pfleiderer, wie oben, Abschn. 18

Mit den üblichen Bezeichnungen für die Geschwindig-keiten ist

$$Q_{sec} = j\,Q_1 = j\,b_2\,D_2\,\pi\,c_{m_2} = j\left(\frac{b_2}{D_2}\right)\pi\,c_{m_2}\,D_2^2$$

und

$$n = \frac{60\,u_2}{\pi\,D_2},$$

wenn b_2 und D_2 Laufradbreite und Durchmesser am Aus-tritt bedeuten und angenommen wird, daß infolge schlanke Zuschärfung der Schaufelenden mit einer Versperrung de Austrittquerschnittes nicht gerechnet zu werden brauch vergl. a. Abb. 1.

Ändert man Förderhöhe, Wassermenge und Drehzal derart, daß der stoßfreie Eintritt erhalten bleibt, so änder sich, wenn wieder gleicher hydraulischer Wirkungsgra vorausgesetzt wird, alle Geschwindigkeiten verhältnisgleic der Quadratwurzel aus der Förderhöhe. Für $H = 1$ wird daher:

die sekundliche Wassermenge Q_{sec} zu

$$Q_I = \left[j\left(\frac{b_2}{D_2}\right)\pi\,\frac{c_{m_2}}{\sqrt{H}}\right] D_2^2 = \frac{Q_{sec}}{\sqrt{H}},$$

die Drehzahl zu

$$n_I = \left[\frac{60}{\pi}\,\frac{u_2}{\sqrt{H}}\right]\frac{1}{D_2} = \frac{n}{\sqrt{H}},$$

die Leistung zu

$$N_I = \frac{1000}{75}\,Q_I = \frac{N}{\sqrt{H^3}}.$$

Die in den eckigen Klammern befindlichen Ausdrücke si nun für eine Reihe geometrisch ähnlicher Pumpen unve änderlich. Greifen wir aus dieser Reihe irgendeine and Größe heraus, so verhalten sich

$$\frac{n_I'}{n_I} = \frac{D_2}{D_2'} = \sqrt{\frac{Q_I}{Q_I'}} = \sqrt{\frac{N_I}{N_I'}}.$$

Für die gerade mit der spezifischen Drehzahl dieser Rei laufende Größe ist laut der vorhergegangenen Begrif bestimmung $N_I' = 1$ (PS) und daher n_I' gleich

$$n_s = n_I \sqrt{N_I} \quad \ldots\ldots\ldots$$

Auf entsprechende Weise ergibt sich für die spezifis Drehzahl des einzelnen Rades die Gleichung

$$n_{s_1} = n_{I_1} \sqrt{N_{I_1}} \quad \ldots\ldots\ldots (2),$$

wobei

$$n_{I_1} = \frac{n}{\sqrt{H_1}}, \qquad N_{I_1} = \frac{1000}{75}\,Q_{I_1} = \frac{1000}{75}\,\frac{Q_1}{\sqrt{H_1}}$$

Drehzahl und Leistung des einzelnen Rades bezogen die in einem Rad erzeugte Förderhöhe von $H_1 = 1$ ( ) darstellen.

Aus Gl. (2) wird mit

$$n_I = \frac{n}{\sqrt{H}} \quad \text{und} \quad N_I = \frac{1000}{75}\,\frac{Q_{sec}}{\sqrt{H}}$$

$$n_s = 3{,}65\,\frac{n\,Q_{sec}^{1/2}}{H^{3/4}}$$

oder

$$n_s = 0{,}471\,\frac{n\,Q^{1/2}}{H^{3/4}} \quad \ldots\ldots\ldots$$

Aus (2a) erhält man mit den angeschriebenen Beziehun-gen für n_{I_1} und N_{I_1}:

$$n_{s_1} = 3{,}65\,\frac{n\,Q_1^{1/2}}{H_1^{3/4}} = 0{,}471\,\frac{n\,Q^{1/2}}{H^{3/4}}\,\frac{i^{3/4}}{j^{1/2}} = n_s\left(\frac{i^{3/4}}{j^{1/2}}\right)$$

oder

$$\left(\frac{i^{3/4}}{j^{1/2}}\right) = \frac{n_{s_1}}{n_s} \quad \ldots\ldots\ldots (3).$$

Abb. 2. Vereinigtes Nomogramm und Diagramm zur graphischen Ermittlung der Stufen- und Stromzahl

Die Gleichungen (A) und (B) lassen sich in einfacher Weise graphisch zur Darstellung bringen. Für A wurde ein Nomogramm, für B ein Diagramm entworfen. Die beiden sind in Abb. 2 derart vereinigt, daß die n_s-Leiter des Nomogrammes Ordinatenachse des Diagrammes wird. Die Nomogrammleitern haben logarithmische Teilung. Für die Abszissenachse des Diagramms, die n_{s_1}-Achse, wurde die gleiche Teilung gewählt, so daß zwischen n_s und n_{s_1} für einen bestimmten Wert $\left(\frac{i^{3/4}}{j^{1/2}}\right)$ ein linearer Zusammenhang besteht. Die entsprechenden Geraden sind für $i = 1$ bis 10 Stufen bei $j = 1$ und für $j = 2$, 4, 6, 8 parallel geschaltete Räder bei $i = 1$ eingetragen.

Verbindet man die einer bestimmten Angabe entsprechenden Punkte der Q- und H-Leitern durch eine Gerade und schneidet mit dieser den Hilfsstrahl α in einem Punkt P, so schneidet die durch P und den einer bestimmten Umlaufzahl entsprechenden Punkt der n-Leiter gehende Gerade auf der n_s-Leiter das zugehörige n_s ab. Die Wagerechte durch diesen Punkt gibt im Schnitt mit den einzelnen Linien des Diagramms die verschiedenen Stufen- oder Stromzahlen entsprechenden Werte von n_{s_1}.

Man hat sich nun nur noch ein Bild über die mit einer Radart zu erreichenden spezifischen Drehzahlen n_{s1} zu verschaffen, um feststellen zu können, welche Radschaltungen für einen bestimmten Fall in Frage kommen.

Mit den Bezeichnungen nach Abb. 1 wird, wenn

$$u_{2_I} = \frac{u_2}{\sqrt{H_1}}, \quad c_{m_{2_I}} = \frac{c_{m_2}}{\sqrt{H_1}}$$

usw. die auf $H_1 = 1$ (m) bezogenen Geschwindigkeiten sind,

$$n_{I_1} = \frac{n}{\sqrt{H_1}} = \frac{60\, u_{2_I}}{\pi D_2},$$

$$Q_{I_1} = \frac{Q_1}{\sqrt{H_1}} = b_2 D_2 \pi c_{m_{2_I}} = \frac{\pi}{4} (D_0^2 - D_n^2)\, c_0 .$$

Setzt man

$$\frac{1}{4}\left[\left(\frac{D_0}{D_2}\right)^2 - \left(\frac{D_n}{D_2}\right)^2\right] = K, \quad K \pi c_{0_I} = F$$

so ist

$$Q_{I_1} = F D_2^2.$$

F stellt dabei eine für eine Reihe geometrisch ähnlicher Räder unveränderliche Größe dar, entspricht der Wassermenge in m³/s, die das Rad von $D_2 = 1$ m Dmr. bei $H_1 = 1$ m liefert und möge als Förderwert bezeichnet werden. Mit den genannten Werten ergibt sich nun aus Gl. (2 a)

$$\underline{n_{s_1} = 69{,}7\, u_{2_I} \sqrt{F}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (C).$$

Der Wert K ist maßgebend für die Profilform des Rades. Er bewegt sich beim reinen Radialrad zwischen den Grenzen

$$K = 0{,}025 \text{ bis } 0{,}045 \text{ bis } 0{,}085.$$

$K = 0{,}045$ stellt einen üblichen Mittelwert dar. Bisweilen findet man auch Unter- oder Überschreitungen der angegebenen Grenzen. Zu kleine Werte von K führen jedoch auf zu lange und enge Kanäle und unzulässig hohe hydraulische, Radreibungs- und Spaltverluste, zu große Werte auf geringen radialen Raum für die Entwicklung der Schaufeln und zu weite Räder. Dies ist besonders zu beachten bei Pumpen größerer Leistung, wo mit Rücksicht auf die bedeutende Einlaufversperrung durch die Welle auf den Wert $K = 0{,}085$ gar nicht gegangen werden darf.

Unter Zugrundelegung dieser Werte für K und der üblichen für die Einlaufgeschwindigkeit c_0, das Verhältnis $\frac{c_{m_2}}{c_0}$ und den Schaufelwinkel β_2, wurden nun mit Hilfe von Gl. (C) Grenzwerte für n_{s_1} bestimmt. Da mit Rücksicht auf einwandfreies Ansaugen c_0 nicht zu groß gewählt werden darf und daher zwischen engen Grenzen veränderlich ist, ergibt sich für $c_{0_I} = \frac{c_0}{\sqrt{H}}$ und damit auch für F und n_{s_1} eine gewisse Abhängigkeit von H_1. u_{2_I} bewirkt auch eine Abhängigkeit der spezifischen Drehzahl

Abb. 3
Für das Radialrad zulässige Größt- und Kleinstwerte der spezifischen Drehzahl n_{s_1} in Abhängigkeit von der im Rad erzeugten Förderhöhe H_1.

vom hydraulischen Wirkungsgrad. Sie ist verhältnismäßig geringer und kann, da es sich lediglich um die Angabe überschlägiger Anhalte handelt, vernachlässigt werden. Für die obere Grenze $n_{s1_{max}}$ ist auch K eine mit der Förderhöhe H_1 veränderliche Größe. Entsprechend der mit steigender Leistung wachsenden Einlaufversperrung durch die Welle muß, wie schon früher angedeutet wurde, der zulässige Höchstwert von K mit zunehmender Förderhöhe H_1 abnehmen. Diese Abnahme wurde für eine Pumpe mit einem doppelseitig beaufschlagten Laufrad in Rechnung gestellt. Bei Anordnung mehrerer solcher Räder auf einer Welle und der damit verbundenen noch größeren Einlaufversperrung soll daher nicht bis an die errechnete obere Grenze $n_{s1_{max}}$ gegangen werden.

In Abb. 3 sind nun diese für das Radialrad zulässigen Größt- und Kleinstwerte der spezifischen Drehzahl n_{s_1} in Abhängigkeit von H_1 eingetragen. Die strichpunktiert gezeichnete Linie entspricht einem mittleren Wert, der auf normale Rad- und Schaufelformen führt. Größere spezifische Drehzahlen lassen sich mit Rädern erzielen, die, wie Francis-Turbinenlaufräder, doppelt gekrümmte Schaufelflächen haben. Man erreicht mit diesen bei kleineren Förderhöhen Werte für n_{s1} bis gegen 400. Eine weitere Steigerung bis zu etwa $n_{s1} = 800$ und darüber, bei ganz kleinen Förder- und Saughöhen, wird durch den Übergang zum Axialrad ermöglicht.

Beispiele

1. Für eine Wassermenge von $Q = 4\ m^3/min$ und eine Förderhöhe von $H = 160$ m ist eine Pumpe zu entwerfen. Zum Antrieb soll ein vierpoliger Drehstrommotor mit 1150 Uml./min dienen. Aus dem Nomogramm ergibt sich $n_s = 30{,}4$ (die Konstruktionslinien sind in Abb. 2 gestrichelt angedeutet). Das Diagramm in Abb. 2 liefert hierzu

$$\text{für } i = 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6$$
$$n_{s_1} = 51 \quad 69{,}2 \quad 85{,}8 \quad 101{,}5 \quad 116{,}5,$$

die zugehörigen $H_1 = \frac{H}{i}$

$$\text{betragen } H_1 = 80 \quad 53{,}4 \quad 40 \quad 32 \quad 26{,}7$$

Die einzelnen Punkte wurden in das Diagramm, Abb. 3, eingetragen und durch die gestrichelt gezeichnete Linie miteinander verbunden. Wie ersichtlich, kann die dreistufige Ausführung, die noch auf fast normale Räder führt, gewählt werden. Die Wahl einer höheren Stufenzahl erscheint zweckwidrig, von einer zweistufigen Ausführung muß Abstand genommen werden, wenn Gewicht auf guten Wirkungsgrad gelegt wird.

2. Es sei eine Wasserwerkpumpe für $Q = 30\ m^3/min$ und $H = 120$ m zu entwerfen. Der Antrieb erfolge unmittelbar durch eine Dampfturbine mit $n = 2500$ Uml./min[4]. Aus dem Nomogramm, Abb. 2, erhält man $n_s = 177$. Aus dem Diagramm ergibt sich hierzu für

$$j = 1 \quad 2 \quad 4$$
$$n_{s_1} = 177 \quad 125 \quad 88{,}5\,.$$

Nach Abb. 3 ist für $H_1 = 120$ m $n_{s1_{max}} = 95$, so daß also mindestens $j = 4$ parallel geschaltete Ströme, also zwei parallel geschaltete Räder mit doppelseitigem Einlauf zur Ausführung kommen müssen, was auch der von den Maffei-Schwartzkopff-Werken gebauten Anlage entspricht.

Ist die Drehzahl der Antriebmaschine erst zu bestimmen, so hat man den umgekehrten Weg einzuschlagen. Man wählt nach Abb. 3 einen entsprechenden Wert für n_{s_1}, etwa $n_{s_1} = 90$. Das Diagramm in Abb. 2 ergibt nun für

$$j = 1 \quad 2 \quad 4 \quad 6$$
$$n_s = 90 \quad 127{,}5 \quad 180 \quad 221.$$

Das Nomogramm liefert die dazugehörigen Drehzahlen

$$n = 1265 \quad 1790 \quad 2530 \quad 3100,$$

die also nicht überschritten werden sollen. Man muß nun die Radanordnung mit Rücksicht auf die Antriebmaschine wählen, wobei natürlich auf eine möglichst geringe Anzahl parallel geschalteter Ströme Gewicht zu legen ist.

[4] Das Beispiel entspricht der von den Maffei-Schwartzkopff-Werken für das städtische Wasserwerk Essen gebauten Pumpe; vergl. Quantz, Kreiselpumpen, Berlin 1922. S. 45.

[B 721]

Belüftung und Beleuchtung des Holland-Tunnels bei New York

Bei der großen Länge des Tunnels, die rd. 3 km beträgt, bot die Belüftung besonders große Schwierigkeiten. Es galt, die großen Mengen der giftigen Gase, die vor allen Dingen durch die im Tunnel verkehrenden Kraftwagen — man rechnet mit einem stündlichen Verkehr von 1900 Wagen in jeder Fahrtrichtung — hineingebracht werden, mit Sicherheit abzuführen und durch frische Luft zu ersetzen. An der Hand von verschiedenen Untersuchungen, die von dem U. S. Bureau of Mines, der Yale Universität, den Universitäten des Staates Illinois und andern Stellen eigens für diesen Fall vorgenommen worden waren, hatte man mit Bezug auf das schädlichste der Auspuffgase, nämlich Kohlenoxydgas, festgestellt, daß sich Menschen in Luft, die nicht mehr als 0,04 vH dieses Gases enthält, ohne Schädigung der Gesundheit eine Stunde lang aufhalten können. Die Belüftungsanlage wurde nun so entworfen, daß dieses Mischungsverhältnis in keinem Teile des Tunnels erreicht wird. Über weitere Einzelheiten der Belüftung des Holland-Tunnels ist bereits in dieser Zeitschrift berichtet worden[1].

Die Beleuchtung bot andre Aufgaben. Nicht nur sollte ein gänzliches Versagen unmöglich gemacht sein, auch eine helle und gleichmäßige Beleuchtung sollte geschaffen werden, die den Benutzern des Tunnels, insbesondere den Kraftwagenführern, den Übergang vom Tageslicht nicht fühlbar macht. Um dies zu erreichen, hat man u. a. den Tunnel mit einer besonderen Art weißer Fliesen ausgekleidet, von denen durch vorher vorgenommene Versuche festgestellt sein soll, daß sie mit der Zeit nichts von ihrer weißen Farbe verlieren, auch wenn sie den Einwirkungen von Feuchtigkeit, Temperaturwechsel, Rauch, Schmutz und dergleichen ausgesetzt sind. Die Lichtstärke beträgt im Mittel in einer Höhe von 60 cm von der Fahrbahn 15 Lx im mittleren Teil des Tunnels, an den Enden 30 Lx. Um ein Versagen der Beleuchtung zu verhüten, hat man die Lampen an zwei verschiedene Netze angeschlossen.

[N 1084] Wgm.

[1] Z. Bd. 71 (1927) S. 968

Berichtigung

Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen

In dem Aufsatz in Heft 51 vom 17. Dezember 1927 muß es S. 1779 l. Sp. 13. Zeile v. u. heißen: „— — —, wird der Druckverlust an der Krümmer**innen**wand bedeutend größer als an der **Außen**wand sein". Auf S. 1782 l. Sp. 10. Zeile v. u. heißt es richtig: „Anscheinend wird die Querkomponente V_s, sobald sie das durch **die Linie** a—a **abgetrennte Wirbelgebiet** — — —". [N 1116]

Alte Pumpenspeicheranlagen im Harz

Von Regierungs- und Baurat a. D. Ziegler, Clausthal

Der Armstrongsche Kraftwasserspeicher ist im Grundgedanken bereits vor 250 Jahren im Oberharz verwirklicht — Die mittelalterliche Kraftversorgung des Oberharzer Erzbergbaues durch das Wasserrad — Die Leibnizsche Erfindung von 1679: Rückhebung der Aufschlagwasser der Wasserräder durch Windmühlen — Die Bergmannsche Rückhebung mittels Dampfkraft 1892 — Die Pumpenspeicherung von Bergmeister Stelzner im Hirschlerteich 1800

Der Grundgedanke der Pumpenspeicherung[1]) ist der des Kraftwasserspeichers im weiteren Sinne; die Hochspeicherung von überschüssigem Wasser mittels überschüssiger Kraft zur Wiederabgabe als Kraft- oder Gebrauchwasser je nach Bedarf. Zur Speicherung und Wiederabgabe des Wassers genügt eine Leitung.

Der Wirkungsgrad dieser Anlagen ist sehr gering (rd. 0,5) und die Umkehrung der Fließrichtung für die Dichtigkeit der Leitung und die Beschaffenheit des Wassers schwerlich günstig. Im Schrifttum wird meines Wissens Armstrong als Erfinder des Kraftwasserspeichers angeführt. Das mag auch für seine Sonderformen zutreffen. In einem Gutachten von 1927 über die Westharzsperren-Entwürfe ist das Elektrizitätswerk Kubel in der Schweiz als ältestes Beispiel der Pumpenspeicherung, sind an neueren das Murgwerk mit 350 m Hubhöhe, Hengstey mit 160 m Hubhöhe, 1,2 Mill. m³ Förderung in 10 Stunden, sowie die Entwürfe Our-Tal, Luxemburg, und Niederwartha, Elbe, angeführt. Es wären noch das badische Vöhrenbachwerk, die Schluchsee-Entwürfe und viele andre hinzuzufügen. Der Gedanke der Pumpenspeicherung ist aber nicht zuerst im Auslande, sondern wiederholt im Herzen unseres Vaterlandes, im Harz z. B. vor 250 Jahren von Leibniz, verwirklicht worden, wie nachstehend beschrieben sei[2]).

Zur Erläuterung sei bemerkt, daß die Clausthaler Hochebene (zwischen 500 bis 600 m Meereshöhe) seit dem 16. Jahrhundert der Mittelpunkt des Oberharzer Erzbergbaues ist, wo silberhaltiger Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende gewonnen wird.

Der einzige zuverlässige damals bekannte Antrieb, der an die Stelle der Hand- und Pferdegöpel treten konnte, war das Wasserrad. Es diente sowohl zur Förderung der Berge und der Erze mittels Gaipel, Kette und Stürzertonne als auch zur Wasserhaltung. Letztere bestand aus den Oberharzer Hubsätzen, einfachen Pumpen von 7 bis 9 m Hubhöhe, die aus wagerechten Trögen einander zuhoben. Oberhalb des Schachtes befand sich ein vierarmiges Kunstkreuz, an dessen einem Doppelhebel die Pumpengestänge hingen, während an den beiden Enden des anderen ein hin- und hergehendes Gestänge angriff.

Da das Aufschlagwasser des Wasserrades selten dicht an den Schacht herangeführt werden konnte, benutzte man ein oft mehrere hundert Meter langes Doppelgestänge an senkrechten Schwingen zur Kraftübertragung zwischen den Kurbelzapfen des Wasserrades und dem Kunstkreuz oder der Seiltrommel oberhalb der Schachtmündung. Alle erreichbaren Quellflüßchen wurden in langen Sammelgräben aufgefangen und in mehr als 60 Teichen mit rd. 10 Mill. m³ Gesamtinhalt und bis zu 15 m hohen Erddämmen für trockene Zeiten aufgespeichert. Aus den Teichen wurde das Wasser in Höhenlagen, die dem Gefälle des Wasserrades entsprachen, abgezapft und mittels Aufschlaggräben möglichst nahe an die Betriebstellen geleitet. Trotz dieser Vorkehrungen war der Bergbau mit der Zunahme der Tiefe und des Kraftbedarfs in trockenen Zeiten häufig dem Erliegen nahe.

Da die Wasserführung durch Stollen nach tief eingeschnittenen Tälern eine langwierige und teure Arbeit erforderte und auch letzten Endes durch die Höhenlage des umgebenden Gebirges beschränkt war, suchte man sich zunächst durch Erschürfung neuer höherliegender Anbrüche, sparsamen Wasserverbrauch, Ausdehnung des Sammelgrabennetzes und Verbesserung der Maschinen zu helfen.

Abb. 1
Wasserrad mit Feldgestänge und Kunstkreuz zum Betrieb der niedrigen Harzer Hubsätze, 5 Doppelhübe je Minute. Ähnlich, in doppelter Anordnung, war die ursprüngliche Schöpfeinrichtung (1800) für die 18,8 m Förderhöhe zwischen Dammgraben und Tränkegraben ausgebildet.

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 1161, Maas: Hydraulische Hochspeicherkraftwerke; Münchener Wasserkraft-Jahrbuch 1924 S. 329, Köbler: Hydraulische Pumpenspeicherung; desgl. 1925/26 S. 108, Krauss: Der Belastungsausgleich in großen alpinen Wasserkraftnetzen; desgl. S. 124, Maas: Untersuchungen über die hydraulische Speicherung von Dampfkraftenergie. Als Energiesammler kann z. B. auch der Luftabscheider einer Druckwasseranlage angesprochen werden.

[2]) Vergl. Ziegler, „Der Talsperrenbau“ Bd. 1 (1925) S. 155, Bd. 2 (1927) S. 263.

Abb. 2
Niedrige Harzer Hubsätze mit Kunstgestänge ohne Fahrkunst im tonnlägigen Schacht; der obere Trog in Höhe der Ausgußschnauze und das eintauchende obere Saugrohr sowie der in den unteren Trog entleerende Ausguß sind weggelassen.

Unter den Erfindungen, die hierzu gemacht wurden, ragt der geniale aber praktisch schwer durchzuführende Gedanke des großen Leibniz hervor: die Aufspeicherung der Windenergie mit Hilfe des Wassers. Herzog Johann Friedrich von Hannover empfahl Leibniz dem Bergwerkdirektor im Harz[3]). In seinem Vertrag vom 20. September 1679 verspricht Leibniz: „Da kein Mittel und Gelegenheit zu mehreren Tagewässern für die Bergwerke zum Clausthal ist, so will ich denselben für wasserannötige Zeit mit avantageuser Invention zu Hülfe kommen und vermittels der Conjunction W i n d e s und W a s s e r s, die Gruben dergestalt zu Sumpfe halten, daß eine notabele Quantität der Erze mehr als sonsten mit ansehnlichem Vorteil des Bergwerks nach Abzug der Kosten gefördert und herausgebracht werden soll."

Er wollte auf seine Kosten eine Windmühle auf einer der Gruben errichten, „welcher aber das nötige Tagewasser, wie bisher, zugeführt und ihm verstattet werden soll, damit zu tun, was ihm beliebt. Es zu hemmen, zu sperren, oder auch wieder zu gebrauchen".

Als nun Leibniz seine bisher geheimgehaltene Erfindung, aus einem Sammelbehälter die benutzten Aufschlagwasser durch Windmühlen in einen oberhalb liegenden Behälter zur Wiederbenutzung zurückheben zu lassen, bekanntgab, da schien den Gewerken und Bergbeamten der „Recompens" von 1200 Talern jährlich für einen so einfachen Gedanken zu hoch. Sie versteiften sich darauf, sie hätten alle verstanden, daß Leibniz die Grubenwasser unmittelbar durch den Wind zu heben versprochen habe, so daß sie die schöne Gelegenheit benutzten, sich von der vereinbarten Zahlung zu befreien, weil der Herr Hofrat nicht bei seinem ersten Vorschlag geblieben sei.

Leibniz ließ sich nach vergeblichem Sträuben auf den Bau einer Windmühle ein, wobei ihm alle möglichen Schwierigkeiten erwuchsen. Die Flügel zerbrachen und wurden heruntergeworfen, die Welle zerbrach, Wind- und Wasserkunst waren zu nahe beieinander und erstere wurde durch die Schlösser der letzteren beschädigt. Die Windkunst funktionierte einmal und hob bis zu 19 Sätzen, dann wieder nicht. Nach endlosen Schreibereien und Erklärungen der Sachverständigen, die ihm vorwarfen, daß er ein Theoretiker sei, wurde Leibniz 1686 mit den Überresten der Windmühle und 500 Talern abgefunden.

Leibniz' Gedanke sollte, wenn auch in etwas veränderter Form, doch noch auf dem Oberharz zur praktischen Verwendung kommen. Als im Jahre 1892 infolge des großen Wassermangels die Wasserhaltungsmaschinen auf dem Rosenhof zum Stillstand zu kommen drohten, verwertete ihn der damalige Bergwerkdirektor Lengemann. Mittels Lokomobile und Kreiselpumpe wurden die Aufschlagwasser auf das Wasserrad zurückgehoben und so war ohne weitgehende Änderungen der Maschinenanlage dem dringenden Kraftbedürfnis schnell abgeholfen.

Eine Pumpenspeicherung in dem heutigen Sinne waren und sind noch heute die Polsterberger Hubkünste. Sie sind von Oberbergmeister Stelzner laut Bericht vom 15. August 1800 dem Oberbergamt Clausthal vorgeschlagen und laut Oberbergamtsprotokoll Nr. 5 1800 durch den Vizeberghauptmann von Meding genehmigt. Für den obersten Fall des Hirschlerteiches bei Clausthal sollte zur Trockenlegung der Hauptgruben „Dorothea" und „Karoline" mittels einiger Pumpensätze eine beträchtliche Menge Wasser (ein Rad[4]) = 3 m³/min) aus dem Dammgraben in den Tränkegraben und Schwarzenbacher Wasserlauf gehoben und dem Hirschlerteich zugeführt werden. Das rd. 518 m lange Kunstgestänge wurde aus den Zugängen des Fortunergrabens und des Polstertals betrieben. Nach dem Voranschlag des Oberbergmeisters Stelzner vom 29. August 1800 schätzte er die Kosten auf Kunstkosten, 270 Lachter (1 Lachter = 1,919 m) lang:

Radstube, Schleiftrog	1319 Taler
Schachtkosten	574 „
Rösche und Wasserlaufkosten . . .	464 „
Das Gebäude über dem Schacht . .	170 „
Zusammen:	2528 Taler

Die Anlage, wie sie ähnlich Abb. 1 für einen Oberharze Tiefschacht zeigt, war im Jahre 1801 für 5667 Tale fertiggestellt. Es waren zwei oberschlächtige Wasser räder, deren Kunstgestänge, später als Seilantrieb um gebaut, zwischen den hohen Fichten des Polstertal hinauf nach den Kunstkreuzen oberhalb eines kleine Schachtes führten. Dieser lag dicht am Rande des Tränk grabens und stand durch einen kleinen Stollen an seine Fuße mit dem 18,8 m tiefer liegenden Dammgraben i offener Verbindung. Einige Oberharzer Hubsätze, Abb. hoben das Dammgrabenwasser bis zur Schachtmündung wo es durch ein Gefluder (Holzgerinne) in den Tränk graben lief. Von dort gelangte es entweder durch de Schwarzenberger Wasserlauf, den Huttalergraben und de Huttaler Wasserlauf[5]) nach dem Hirschlerteich (650 000 m³ oder nach dessen Füllung in entgegengesetzter Richtun nach dem etwas tiefer liegenden Jägersbleekerteich.

So konnte in Flutzeiten, also bei Wasser- und Wasse kraftüberschuß, bei genügender Dammgraben-Wasse führung durch Kraftwasser, das für die Clausthal Hochebene (das Bergwerkszentrum) durch seine Tiefe lage verloren war, überschüssiges Dammgrabenwass durch Pumpenspeicherung in den beiden Teichen nutzb gemacht werden.

Die Einrichtung der Pumpenspeicherung ist nach de Kriege zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der Sta Clausthal aus dem Hirschlerteiche durch zwei elektris angetriebene Schleuderpumpen erneuert worden. [M 65

[3]) T r e b r a, Bergbaukunde 1789.

[4]) Rad ist die Wassermenge der Beaufschlagung. Es ist ein Ei heitsmaß, das später auf 5 m³/min infolge der größeren Räder stieg.

[5]) Der Huttaler Wasserlauf ist ein Stollen mit wagerechter Soh Nach Erreichung des Stauzieles wird der Hirschlerteich nicht n durch seine Sicherheitsüberfälle an den Dammenden, sondern au rückwärts durch einen Grabenrandüberfall am Stolleneinlauf entlast

RUNDSCHAU

Erdbau

Baugrunduntersuchung

Der Deutsche Ausschuß für Baugrundforschung bei der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen hat ein vorläufiges Merkblatt für die Entnahme und Behandlung von Bodenproben ausgearbeitet und stellt es zur allgemeinen Erörterung. Äußerungen aus möglichst weiten Kreisen der Praxis und der Wissenschaft werden erbeten[1]).

Vorläufiges Merkblatt für die Entnahme und Behandlung von Bodenproben

Vorbemerkungen

Vor Inangriffnahme der Bodenuntersuchung ist die Art des geplanten Bauwerkes und der besondere Zweck der Probenentnahme festzustellen. Sämtliche Schürfe und Bohrungen sind so tief unterhalb der Gründungssohle auszuführen, daß die Beschaffenheit des Baugrundes unter und neben den Fundamenten mit Sicherheit beurteilt werden kann. Die Entscheidung über die Bohrtiefe ist Sache des verantwortlichen Bauleiters. Sämtliche Bodenuntersuchungen sind nur von tüchtigen, erfahrenen und zuverlässigen Bohrfachleuten auszuführen. Es darf nicht naß gebohrt werden, wenn dadurch die Beurteilung der Proben leidet. Der Wasserzufluß und Wasserstand unter Gelände sind ständig zu beobachten. Auf Wasserauftrieb und Bodenauftrieb ist zu achten.

I. Probenentnahme

A. Schürfen	B. Bohren
Schürfgruben, Schürfgräben, Schürfschächte	Flach- und Tiefbohrungen
Vorteile:	
Schürfe befahrbar, unmittelbare Prüfung des Bodens in den Stößen und auf der Sohle des Schurfes möglich. Keine Mischung der Bodenarten bei der Entnahme: sicheres Erkennen der Lagerungsverhältnisse und der Art und des Punktes der Wasserzugänge.	Schnelle Arbeit, verhältnismäßig geringe Kosten, keine Hinderung durch Wasserzufluß, Möglichkeit großer Bohrtiefen. Schutz der Bohrlochstöße durch Rohre usw. selten erforderlich.
Nachteile:	
Hohe Kosten, größerer Zeitaufwand, oft Verzimmerung notwendig, manchmal Wasserhaltung erforderlich. Gelegentlich Lockerung des Baugrundes in der Umgebung.	Vermischung des Bohrgutes und unsichere Beurteilung der Lagerungsverhältnisse. Bei Meißelarbeit teilweise schwierige Bestimmung der Bodenart. Im aufgefüllten Boden (Mauerschutt und Müll usw.) unzuverlässig, teils unmöglich.
Ausführung:	
Abmessung für Schächte und Gräben $1{,}5 \times 1{,}5$ m². Hacke, Schaufel, Schießarbeit, Verzimmerung: bei geringer Tiefe: Stempel mit Verladung oder Verpfählung (wagerecht). bei größerer Tiefe Bolzenschrotzimmerung, bei starkem Druck mit Wandwuten und Mittellängsstrich. Verladung oder Verpfählung (senkrecht).	1. Flache Handbohrung, ohne Verrohrung: nur bis etwa 3 m Tiefe im trockenen Boden. Löffel- oder Trommelbohrer, nicht Tellerbohrer benutzen, der die Bodenproben vermischt. 2. Schappe, Trommel- und Spiralbohrer für Torf, Lehm, Löß, Mergel, Ton, nicht für härtere Gesteine. Langsam bohren, Bohrer nur bis zu 10 cm unter Oberkante füllen; Rohre gut nachbringen. 3. Ventilbohrer bis zu jeder Tiefe in leichteren Bodenarten wie Sand, Kies, Schluff und Schlamm, sonst wie unter 2. 4. Meißelbohrung für Gesteine und steinige Geschiebe. Hebung des Bohrgutes durch Ventilbohrer. Spülbohrung vermeiden, da sehr schwierige Bestimmung des Bohrgutes. 5. Kernbohrung, gut für alle Tiefen und härtere Gesteine, jedoch nicht für Sand, Kies, weiche Tone.

[1]) Deutsche Ges. f. Bauingenieurw., Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

II. Bezeichnung der Proben

Bei der Entnahme von Bohrproben ist ganz besonders darauf zu achten, daß das Bohrgut nicht mit etwaigem Nachfall verwechselt wird. Lageplan mit allen Schürfen und Bohrungen. Schürfe und Bohrungen numerieren. Tiefenbezeichnung in m und cm für jede einzelne Probe. Bei zusammenhängenden Probestücken oberes und unteres Ende bezeichnen (Hängendes und Liegendes). Angabe der Tiefe des Wasserstandes in m und cm unter Bohrgelände mit Bezeichnung der Art und Stärke des Zuflusses. Tag und Zeit der Messung angeben.

III. Behandlung und Verpacken der Proben

Proben nicht waschen, nicht bürsten, nicht hinwerfen, nicht in der Sonne oder im Regen liegen lassen, sofort einpacken. Holzkasten mit Teilung in Fächer von je $7 \times 7 \times 7$ cm³. Mehrere Flachbohrungen bis 10 m Tiefe für ein Bauwerk in einem Kasten, bei größerer Tiefe für jedes Bohrloch ein besonderer Kasten. Deckel nicht nageln, um Erschütterungen der Bohrproben zu vermeiden. Proben in Blechdosen oder Gläsern luftdicht zu verschließen. [N 1142]

Pumpen

Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen[1])

Die Kreiselpumpe hat in den letzten Jahrzehnten stark an Bedeutung gewonnen. Sie zählt heute zu den am meisten verbreiteten Maschinen, die für alle Leistungsbereiche — Förderhöhen vom Bruchteil eines Meters bis zu mehr als 1000 m, Wassermengen von weniger als einem Liter bis zu mehreren Kubikmetern in einer Sekunde — verwendet wird, wobei das Wasser kalt oder heiß, rein oder mit Beimengungen vermischt sein kann.

Ihre Ausführung, Anordnung und Untersuchung sind dementsprechend verschieden. Bei dieser Sachlage entstand naturgemäß das Bedürfnis nach einheitlichen Regeln für die Nachprüfung der Gewährleistungen. Aus diesem Grunde hat der Verein deutscher Ingenieure vor etwa zwei Jahren einen Arbeitsausschuß aus den einschlägigen Kreisen der Hersteller, Verbraucher und der Wissenschaft gebildet, der diese Regeln aufstellen sollte. Sie sind im Entwurf den Bezirksvereinen des V. d. I. zur Kritik unterbreitet und nunmehr endgültig angenommen worden, so daß ihr Erscheinen unmittelbar bevorsteht. Da es wegen des Umfanges der Regeln nicht möglich war, sie in dieser Zeitschrift im Entwurf zu veröffentlichen, so dürfte eine kurze Darlegung des Inhalts von Wert sein.

Die Stoffeinteilung schließt sich an die bereits bestehenden gleichartigen Regeln (für Dampfanlagen, Wasserkraftmaschinen, Ventilatoren und Kompressoren, Kaminkühler) möglichst an.

Im 1. Abschnitt werden Grundbegriffe klargestellt. Um die bei elektrischem Antrieb stets wiederkehrende Umrechnung von PS in kW zu vermeiden, wird im Verfolg eines vom V. d. I. seit langem im Auge behaltenen Bestrebens empfohlen, die Einheit kW möglichst allgemein in der Form von Pumpen-kW für die Nutzleistung in gehobenem Wasser, Wellen-kW für den Leistungsbedarf der Pumpe (Wellenleistung) und Klemmen-kW für die dem Motor zuzuführende elektrische Leistung zu benutzen. Die Förderhöhe H kurzweg gilt stets als sogenannte manometrische, d. h. als Druckzunahme zwischen Saug- und Drucköffnung des Pumpengehäuses, auf den gleichen Spiegel bezogen. Der Höhenunterschied zwischen Saug- und Druckwasserspiegel, der nur für die rechnerische Bestimmung der Förderhöhe H Bedeutung hat, ist demnach als geodätische Förderhöhe zu bezeichnen. Da der Saughöhe im Pumpenbau eine besondere Bedeutung zukommt, ist ihre Größe ebenfalls näher festgelegt. Man muß sie zum Unterschiede von der geodätischen Saughöhe ebenfalls stets manometrisch auffassen und bei Pumpen mit wagerechter Welle auf das Wellenmittel, bei senkrechten auf Mitte Einlaufkante der Laufschaufeln der ersten Stufe beziehen. Ein besonderes Augenmerk hat man der Förderung von Flüssigkeiten höherer Temperatur und von unreinem Wasser zugewendet.

Der 2. Abschnitt regelt die Versuchsbedingungen, wobei die Vorbereitung des Versuchs und der Einfluß der Betriebverhältnisse auf die Durchführung behandelt sowie die zulässigen Abweichungen von den Gewährleistungen festgelegt sind. Da bei Versuchen am Aufstellungsort im allgemeinen die Förderhöhe und Fördermenge nicht genau den vertraglichen Vereinbarungen entsprechen, so sind die Maßnahmen erläutert, die man treffen muß, um trotzdem die Gewähr einwandfrei nachprüfen zu können.

[1] Erscheinen demnächst im VDI-Verlag, Berlin.

Im 3. Abschnitt sind die allgemeinen Vorschriften festgelegt, die man bei der Durchführung der Einzelmessungen hinsichtlich der Art der Instrumente, ihrer Anbringung und Eichung beachten muß. Die möglichen Verfahren sind für die Messung der Drücke und der Wasserlieferung sowie der Wellenleistung hinsichtlich ihres Genauigkeitsgrades und Anwendungsgebietes hier zunächst nur kurz erläutert, da hierauf im Anhang näher eingegangen ist. Der 4. Abschnitt enthält ein Muster für die Handhabung des Versuchsberichtes.

Von besonderer Wichtigkeit ist der 5. Abschnitt, der als Anhang beigegeben ist. Er erläutert, wie schon erwähnt, die im 3. Abschnitt nur allgemein behandelten Meßverfahren näher, wertet sie kritisch und gibt die zugehörigen Formeln an. Dabei ist besonderes Gewicht auf die Angabe greifbarer Anweisungen gelegt, die im einzelnen Fall unmittelbar benutzt werden können.

Die wichtigsten Formeln sind deshalb ausgewertet und übersichtlich in Zahlentafelform oder in Kurventafeln dargestellt. Das Kapitel über Druckmessung berücksichtigt Flüssigkeits- und Federmanometer. Besonders eingehend sind die Flüssigkeitsmanometer, insbesondere die Quecksilbermanometer, besprochen, da sie beim Messen kleiner Drücke, wie sie z. B. bei der Wassermessung mittels Düsen vorkommen, nicht zu entbehren sind, aber insofern besondere Schwierigkeit bieten, als der Einfluß der in den Meßleitungen enthaltenen Flüssigkeit (Füllflüssigkeit) zu berücksichtigen ist; dabei ist gezeigt, wie man verfahren muß, damit eine Meßleitung mit Sicherheit entweder ganz mit einer Füllflüssigkeit oder ganz mit Luft angefüllt ist und wie starke Schwankungen des Quecksilberspiegels vermieden werden. Die möglichen Anordnungen der Quecksilbermanometer sind in einer besonderen Tafel mit den zugehörigen Formeln übersichtlich zusammengestellt, und zwar sowohl für einfache U-Rohre wie für Gefäßmanometer. Die Umrechnungsformeln berücksichtigen hierbei jedesmal die Fälle, daß keine, eine oder beide Meßleitungen mit einer Flüssigkeit gefüllt sind.

Das Kapitel über Wassermessung behandelt sehr eingehend die Verwendung der Meßdüse, die sowohl an Behälter angeschlossen (Danaide), als auch in eine Rohrleitung eingebaut sein kann. Bei der Danaide werden der Einfluß der Spiegelschwankungen und die verschiedenen Eichverfahren berücksichtigt. Dem Einbau der Meßdüse in die Rohrleitung dürfte wegen der einfachen Anordnung und der Möglichkeit, jederzeit die augenblickliche Leistung der Pumpe abzulesen, in Zukunft eine große Bedeutung beizumessen sein, nachdem die Düsen genormt und zuverlässige Beiwerte für die Durchflußzahl μ durch Jakob, Erk[2]) und Kretschmer[3]) bekannt geworden sind. Die Abhängigkeit dieser Zahl μ von der Reynoldsschen Zahl, d. h. dem Düsendurchmesser, der Wassertemperatur und dem Druckunterschied vor und hinter der Düse ist in einem Kurvenblatt übersichtlich dargestellt. Die Abmessungen der Normaldüsen, die den Regeln für Ventilatoren und Kompressoren entnommen wurden, sind in Tafeln zusammengestellt und die an ihren Einbau zu stellenden Bedingungen hervorgehoben.

Auch der Staurand mit scharfkantiger Öffnung wird trotz seiner etwas geringeren Genauigkeit berücksichtigt, da er leichter eingebaut werden kann. Dieser Vorzug macht sich besonders bei großen Rohrweiten geltend. Bei der Überfallmessung ist dem Normalwehr des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins besondere Beachtung geschenkt.

Da bei der Messung heißen Wassers das geringere Einheitsgewicht, die Wärmeausdehnung der Meßbehälter oder Meßdüsen, die Änderung der Durchflußzahl und schließlich auch die Verdunstung an der freien Wasseroberfläche von Bedeutung sein können, so sind diese verschiedenen Einflüsse in einem besonderen Kapitel behandelt.

Der 6. Abschnitt der Regeln enthält vier Beispiele von Abnahmeversuchen, die so gewählt sind, daß die verschiedenen Meßverfahren darin gezeigt werden können, nämlich die Untersuchung einer Kesselspeisepumpe für Speisewasser von 80 °C, einer Bergwerkspumpe für saures Grubenwasser, einer Pumpe für die Wasserversorgung einer Gemeinde und einer Schöpfwerkpumpe. [N 1111]

Braunschweig Pfleiderer

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 581. [3]) Z. Bd. 70 (1926) S. 980.

Aus dem Ausland

Eisenbahnwesen

Vergleichversuche mit russischen Diesellokomotiven.

Die russische Dieselgetriebe-Lokomotive, die in Z. Bd. 71 (1927) S. 873 und 959 beschrieben ist, langte in Moskau am 5. März 1927 an und wurde hauptsächlich zur Beförderung von Güterzügen zwischen Moskau und Kursk (525 km) in Dienst gestellt.

Nach viermonatiger Arbeit auf dieser Strecke hatte sich die Mannschaft mit der nicht ganz einfachen Bedienung dieser Lokomotive vertraut gemacht. Die Lokomotive versah den Dienst völlig zufriedenstellend, Zerreißen von Zügen kam nicht vor, ebenso wurden Stöße beim Schalten von einer Geschwindigkeitsstufe zur andern vermieden. Es wurde infolgedessen beschlossen, eine Versuchsfahrt mit einem Güterzug auf eine weitere Entfernung zu unternehmen, um die Zuverlässigkeit der Lokomotive bei längerer und ununterbrochener Arbeit kennen zu lernen und die Zweckmäßigkeit der vorgenommenen baulichen Änderungen nachzuprüfen, die nach den Versuchsfahrten in Deutschland durchgeführt worden sind[3]).

[3]) Z. Bd. 71 (1927), S. 1046.

Bahnhöfe	Entfernung km	Fahrzeit I h[1])	Fahrzeit II h[1])
Moskau – Kursk	533	36,5 / 28,7	29,5 / 29,0
Charkoff	245	12,6 / 8,2	12,3 / 10,5
Nikitowka	273	13,6 / 14,4	13,4 / 13,3
Rostoff	251	13,3 / 10,4	12,7 / 12,9
Min. Wody	495	26,0 / 27,8	25,6 / 25,1
Prochladnaja	97	4,5 / 3,8	3,5 / 4,5
Gudermes [2])	227 / 181	6,7 / 7,7	11,2 / 14,1
Petrovsk	123	4,6 / 4,0	4,9 / 4,9
Derbent	130	5,3 / 6,5	5,9 / 5,8
Baku	245	12,6 / 12,1	11,4 / 10,7
insgesamt	2619 / 2573	196,0 / 159,3	196,5 / 159,8

Abb. 1
Zeichnerische Darstellung der Versuchsfahrt Moskau–Baku–Moskau mit Diesellokomotiven

[1]) Dieselelektrische Lokomotive = I, Dieselgetriebe-Lokomotive = II. Die oberen Zahlen beziehen sich auf die Richtung Moskau–Baku, die unteren auf die Rückfahrt.

[2]) Auf der Strecke Prochladnaja–Gudermes fuhr die dieselelektrische Lokomotive über Mozdok (181 km), die Dieselgetriebe-Lokomotive über Beslan (227 km)

Zahlentafel 1

Ergebnisse der Vergleichsfahrt Moskau–Baku–Moskau mit der dieselelektrischen Lokomotive (I) und der Dieselgetriebe-Lokomotive (II)
vom 6. bis 24. Juli 1927

Bahnabschnitte	Entfernung	Zuggewicht		Arbeit in tkm		Gesamter Brennstoff-verbrauch		Brennstoff-verbrauch auf 10000 tkm		Mittlere Fahrgeschwin-digkeit		Reisege-schwindigkeit	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	km	t	t	10000 tkm		kg	kg	kg	kg	km/h	km/h	km/h	km/h
Moskau–Kursk	533	772	785	41,3	41,9	2259	2054	54,6	48,9	29,6	30,6	14,6	18,2
Kursk–Charkoff	245	713	774	17,5	18,5	995	802	56,8	43,8	28,0	30,0	19,7	20,0
Charkoff–Rostoff	524	988	863	50,9	44,4	1920	1649	37,7	37,1	25,2	30,0	18,4	20,2
Rostoff–Prochladnaja	592	940	883	54,6	51,3	2362	2203	43,2	43,0	30,0	30,4	15,9	20,4
Prochladnaja–Gudermes[4]) . .	181/227	925	913	16,1	20,7	407	821	28,4	39,6	33,0	28,1	23,4	20,4
Gudermes–Derbent	253	916	1005	23,2	25,5	873	889	37,7	34,8	35,1	28,1	14,1	20,7
Derbent–Baku	245	994	1014	24,4	24,9	1160	1006	47,5	42,7	29,5	28,8	19,5	21,9
Moskau–Baku	2573/2619	i. M. 887	i. M. 871	228,0	227,2	9976	9484	43,8	41,5	29,0	29,7	16,8	20,0
Dasselbe, aber ohne die Strecke Prochladnaja–Gudermes . .	2392	i. M. 886	i. M. 863	211,9	206,4	9569	8663	45,2	42,9	28,9	30,0	16,5	20,1
Baku–Derbent	245	1160	1334	28,4	32,7	1005	989	37,2	30,2	21,5	28,1	20,3	22,9
Derbent–Gudermes	253	1200	1334	30,4	33,8	1052	1139	34,7	38,7	29,5	27,1	16,4	21,9
(Gudermes–Prochladnaja[4])	181/227	1190	1334	21,6	30,3	724	1251	33,5	41,3	31,0	19,8	20,3	15,8
Prochladnaja–Rostoff	592	1200	1310	69,8	76,2	2424	2177	34,7	28,7	28,3	28,3	17,5	18,0
Rostoff-Charkoff	524	1075	1180	55,2	60,7	2363	2369	42,9	39,0	34,7	26,1	21,5	19,5
Charkoff–Kursk	245	1075	1180	26,4	28,9	949	972	36,9	33,6	34,2	29,8	29,8	23,3
Kursk–Moskau	533	1075	1180	57,3	62,9	2254	2216	39,2	35,2	30,0	30,6	18,6	18,4
Baku–Moskau	2573/2619	i. M. 1112	i. M. 1245	289,1	325,5	10821	11113	37,8	34,1	29,6	27,4	19,4	17,9
Dasselbe, aber ohne die Strecke Gudermes–Prochladnaja . .	2392	i. M. 1116	i. M. 1232	267,0	294,7	10097	9862	37,8	33,5	29,5	28,3	19,3	18,2

[4]) 181 km über Mozdok (Lokomotive I), 227 km über Beslan (Lokomotive II).

Gewählt wurde die Strecke Moskau – Baku und zurück, zusammen mehr als 5000 km. Zum Vergleich sollte auch die dieselelektrische Lokomotive die Fahrt durchführen, so daß zwei Lokomotiven gleicher Leistung, aber verschiedener Übertragungsart verglichen werden konnten.

Die Lokomotiven verließen Moskau am 6. und 7. Juli 1927 und langten in Baku am 14. und 15. Juli an, verließen Baku am 17. Juli und kehrten nach Moskau am 24. Juli zurück. Abb. 1 zeigt die zurückgelegte Strecke mit Angabe der Fahrzeiten zwischen den Übergangsbahnhöfen der einzelnen Bahnen.

Insgesamt legten beide Lokomotiven 10 384 km zurück, die dieselelektrische Lokomotive 5146 km und die Dieselgetriebe-Lokomotive 5238 km. Der Aufenthalt der Lokomotiven in Kursk, Charkoff, Rostoff und Derbent wurde bedingt durch eine Veränderung der Zugzusammensetzung, durch Aufnahme von Brennstoff und dadurch, daß die eine Lokomotive auf die andre zwecks Übernahme des Meßwagens von einem Zug zum andern warten mußte. Der Aufenthalt in Mineralnie Wody wurde verursacht durch die Durchführung von Versuchfahrten auf der Strecke Mineralnie Wody – Kislowodsk mit Vorortzügen. Der Aufenthalt in Baku wurde ausschließlich zur Füllung der den Zug zusammensetzenden Kesselwagen verwendet. Beide Lokomotiven kamen in Baku in einwandfreiem Zustand an und erforderten keinerlei Ausbesserarbeiten.

Aus Abb. 1 geht hervor, daß die Lokomotiven auf dem Hinwege eine längere Fahrtdauer hatten als auf dem Rückwege, obwohl sie auf dem Rückwege größere Zuggewichte beförderten. Dieser Umstand erklärt sich dadurch, daß auf dem Hinwege die Lokomotiven mit einem Zeitabstand von 12 h fuhren und die Übernahme des Meßwagens eine so starke Verzögerung verursachte. Auf dem Rückwege fuhren die Lokomotiven nur mit etwa 2 h Zeitabstand, wobei der Aufenthalt auf den Übergangsbahnhöfen auf ein Mindestmaß herabgesetzt wurde. Die Zuggewichte sind in Zahlentafel 1 angegeben, in der auch die mittleren Geschwindigkeiten enthalten sind.

Der Vergleich zeigt, daß die Zuggewichte bei der Dieselgetriebe-Lokomotive im Mittel um etwa 5 vH größer waren als bei der dieselelektrischen Lokomotive. Die dieselelektrische Lokomotive leistete insgesamt 517,0 · 10⁴ tkm, während die Dieselgetriebe-Lokomotive 553,0 · 10⁴ tkm abgab.

Beim Vergleich des Brennstoffverbrauches beider Lokomotiven, bezogen auf 10 000 tkm, ergibt sich, daß die Dieselgetriebe-Lokomotive im Durchschnitt 10 vH weniger Brennstoff verbrauchte als die dieselelektrische Lokomotive.

Um den Vergleich einwandfreier zu gestalten, muß man in Zahlentafel 1 die Strecke Prochladnaja – Gudermes fortlassen, da beide Lokomotiven zwischen diesen Stationen auf verschiedenen Strecken liefen.

Bei Fortlassung dieser Strecken ergibt sich für die dieselelektrische Lokomotive eine Gesamtarbeit von $480 \cdot 10^4$ tkm bei einem Gesamtbrennstoffverbrauch von 19 665 kg Naphtha, d. h. im Durchschnitt 41 kg für 10^4 tkm. Die Dieselgetriebe-Lokomotive leistete $502 \cdot 10^4$ tkm und verbrauchte 18 525 kg Naphtha, d. h. 36,8 kg auf 10^4 tkm, also um rd. 10 vH weniger.

Sieht man von der Strecke Prochladnaja – Gudermes ab, so ergibt sich für die gesamte zurückgelegte Strecke der dieselelektrischen Lokomotive eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 29,2 km/h und für die Dieselgetriebe-Lokomotive 29,1 km/h, d. h. die Fahrtgeschwindigkeit beider Lokomotiven kann als gleich angenommen werden.

Die Ergebnisse dieser Vergleichsversuchsfahrt Moskau – Baku – Moskau zeigen, daß bei gleicher Fahrgeschwindigkeit die Dieselgetriebe-Lokomotive ein um 5 vH größeres Zuggewicht bei einem um 10 vH geringeren Brennstoffverbrauch für die Arbeitseinheit beförderte. [M 822]
(Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius.)

Moskau Dipl.-Ing. N. Dobrowolski

Amerikanische 1D + D1-Mallet-Lokomotiven von sehr großer Zugkraft

Die American Locomotive Co. hat kürzlich für die Denver & Rio Grande Western-Eisenbahn zehn Mallet-Lokomotiven abgeliefert, die wegen ihrer großen Abmessungen bemerkenswert sind. Sie sollen auf der 640 km langen Strecke Grand Junction–Pueblo (Colorado) verwendet werden. Vorgesehen ist die Beförderung von 3000 t schweren Zügen, mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h auf weniger steilen Strecken. In dem 33 km langen Abschnitt der Strecke zwischen Minturn und Tennessee Pass beträgt die durchschnittliche Steigung 1 : 33; auf dieser Strecke,

Abb. 2
Mehrfach-Ventilregler der American-Trottle Co. für die 1 D + D 1-Mallet-Lokomotive der American-Locomotive Co.

die Krümmungen bis $R = 109$ m aufweist, werden die Züge mit Unterstützung zweier kleinerer Mallet-Lokomotiven befördert.

Die Lokomotive arbeitet mit einfacher Dehnung und hat vier Zylinder mit 660 mm Dmr. und 813 mm Hub und Heusinger-Walschaert-Steuerung, die 70 vH Höchstfüllung zuläßt. Die Treibräder haben 1600 mm Dmr. Bei 70 vH Füllung beträgt die Anfahrzugkraft 59 780 kg. Da der Achsdruck der acht gekuppelten Achsen 253,8 t beträgt (mittlerer Achsdruck einer Achse 31,8 t), so ergibt sich eine Reibungszahl von 1 : 4,2. Die beiden Laufachsen sind als Deichselgestelle ausgeführt und haben ein Spiel von 125 mm nach jeder Seite.

Der Rost hat bei 4623 mm Länge und 2743 mm Breite eine Fläche von 12,68 m² und wird durch eine selbsttätige Rostbeschickung bedient. Um einen genügend großen Verbrennungsraum über dem Rost zu schaffen, ist an die vordere Feuerbüchswand eine 1,84 m lange Verbrennungskammer angeschlossen. Drei Feuerbüchswasserrohre und zwei Nicholson-Wasserkammern[1]) sorgen für einen möglichst lebhaften Wasserumlauf. Der Kesseldruck beträgt 16,9 at. Der Langkessel hat 284 Siederohre von 57 mm Dmr. und 74 Rauchrohre von 139,7 mm Dmr., wobei die Rohre 7315 mm lang sind.

Die Heizflächen verteilen sich wie folgt:

Feuerbüchse mit Verbrennungskammer . . .	52 m²
Zwei Nicholson-Wasserkammern	10,2 „
Drei Feuerbüchs-Wasserrohre	4,2 „
Siederohre	371,6 „
Rauchrohre	236,9 „
Gesamtheizfläche	674,9 m²
Überhitzerheizfläche	213,2 m²

Bemerkenswert ist der Mehrfachventilregler, Abb. 2, der in der Rauchkammer hinter dem Überhitzer eingebaut ist. Er hat ein kleines Ventil zum ersten Anziehen und fünf große Ventile, die einen sehr großen Querschnitt freimachen können zum Anfahren und Regeln während der Fahrt. Vorwärmer und Luftpumpe befinden sich vorn an der Rauchkammertür.

Die Achsen tragen folgende Gewichte:

Vorderes Deichselgestell	18,37 t
Treibräder	253,79 t
Hinteres Deichselgestell	22,22 t
Gesamtgewicht der Lokomotive	294,38 t.

Der Tender faßt 81,8 m³ Wasser und 30 t Kohle, läuft auf zwei dreiachsigen Drehgestellen und hat 156 t Dienstgewicht. Der Treibradstand ist in beiden Rahmen derselbe, nämlich 5105 mm, Gesamtradstand 19 151 mm. Die Lokomotive allein ist, über die Puffer gemessen, 22 710 mm lang.
[M 1051] F.

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 593.

Der vierte Internationale Straßen- und Kleinbahnkongreß

Die auch 1927 vom Präsidenten Spängler, Wien, geleitete vierte Tagung des Internationalen Straßen- und Kleinbahnvereins fand vom 20. bis 23. Juni in Kopenhagen statt und erfreute sich ganz besonders reger Beteiligung[1]).

Obering. Nikolaj Hansen, Kopenhagen, sprach über Verminderung der Ausgaben für Gleisunterhaltung. Er berichtete, daß bei der Kopenhagener Straßenbahn die Unterhaltung des Oberbaues etwa 30 bis 40 vH der Gesamtbetriebskosten beansprucht. Der Übergang zu genormten Schienenprofilen, die Anwendung des Ther[mit]stoßes und die Erhöhung der Lebensdauer der Gleis[-]bogen, Weichen und Kreuzungen haben schon wesentlich zur Herabsetzung der Gleisunterhaltungskosten beigetragen. Die Kopenhagener Straßenbahn hat z. B. die Erfahrung ge[-]macht, daß Herzstücke für Weichen aus Manganstahl eine 2½- bis 3mal so hohe Lebensdauer haben wie solche au[s] gewöhnlichem Stahl; jedoch ist zu berücksichtigen, daß die Modellkosten für die Herstellung von Herzstücken aus Manganstahl recht hoch sind.

Sehr zweckmäßig hat sich auch das Verfahren gezeigt, die Bogenschienen durch Aufschweißen der abgenutzten Fahr- und Leitkanten wieder gebrauchfähig zu machen. Neuerdings hat man auch versucht, die Schienen, nachdem im Betrieb die obere Walzhaut abgefahren war, mit Hilfe des Sandbergschen Verfahrens zu härten. Es ist auf diese Weise möglich, die Lebensdauer der Schienen um 90 bis 100 vH zu steigern. Die Schwierigkeit in der Hand[-]habung des Sandbergschen Verfahrens ermuntert jedoch nicht zu neuen Versuchen dieser Art.

Über Störungen beim Rundfunkempfang, be[-]sonders durch den Straßenbahnbetrieb, berichtete Postrat Eppen, Berlin. Er betonte, daß der Straßenbahn-Fahr[-]draht als sehr gute Antenne aufzufassen sei, die hoch[-]frequente Schwingungen weit fortträgt. Es hat sich ge[-]zeigt, daß die Störungen dann zustande kommen, wenn über die Berührungsfläche zwischen Draht und Stromabnehmer ein schwacher Strom bis zu 2 A, z. B. der Lichtstrom, fließt. Als Stromabnehmer-Schleifstück wird Kohle empfohlen. Der übliche Stromabnehmer-Anpreßdruck von 4 bis 5 kg ver[-]ursacht die meisten Störungen, während z. B. München mi[t] 10 kg Anpreßdruck störungsfrei arbeitet. Zur Beseitigung der Störungen müßte man daher die störenden Strom[-]abnehmer zweckentsprechend umbauen[2]).

Direktor Dr.-Ing. Mattersdorf, Hamburg, der über Grundlagen der Betriebsstatistik sprach, erklärte den Aufbau eines vom deutschen Straßen- und Kleinbahnverein entworfenen Schemas für eine Betriebstatistik, deren Einfach[-]heit er rühmte. Nicht die wissenschaftliche Auswertung der Statistik solle jedoch das Endziel sein, sondern ihre fort[-]laufende Überwachung und Ergänzung durch den Betriebsleiter.

Oberbaurat Julius Fischer von Tovaros, Buda[-]pest, wies u. a. auf die durch zweckmäßige Linienführung, sorgfältig ausgeführte Unterbettung und Gleisbau mit ge[-]normten Schienenprofilen erzielbaren Ersparnisse hin. Beim Wagenpark lassen sich große Ersparnisse durch zweckentsprechende Form und durch Leichtbau erzielen. So[-]dann empfiehlt der Vortragende die Verwendung eiserne[r] Fahrdrahtleitungen, die sich in Budapest gut bewähr[t] haben. Unwirtschaftlich gestaltet sich im allgemeinen di[e] Stromerzeugung in eigenen Werken; billiger stellt sich da[-]gegen der Strombezug aus fremden Großkraftwerken un[d] seine Umformung durch Quecksilbergleichrichter.

Auch die Fragen des Kraftwagenverkehrs in Verbin[-]dung mit andern Verkehrsmitteln kamen zur Sprache. Ge[-]neralsekretär A. Schaetz, Bern, äußerte sich über Vor[-]richtungen für eine einfache und rasche Umladun[g] zwischen Eisenbahn und Lastwagen. Er hob die Notwen[-]digkeit hervor, die Wirtschaftlichkeit des Umladeverkehr[s] durch Verwendung von Kübeln, Kästen, Körben usw. z[u] steigern und dabei gleichzeitig das Ladevermögen des Kraf[t-]wagens besser auszunutzen.

Dr. Franz Strafella, Graz, Direktor K. Sieber, Nürnberg, und Oberbaurat Dr.-Ing. Ladislaus Benke, Steyr führten aus, daß sich in den letzten Jahren de[r] Kraftwagen als Verkehrsmittel allmählich durchgesetz[t] und daher in planmäßiger Zusammenarbeit mit den Schiene[n-]bahnen das Verkehrsleben wirksam beeinflußt habe. Di[e] Stellung des Kraftwagens macht besondere gesetzgeberisch[e] Maßnahmen notwendig, die vor allem die Verteilung de[r] bisher den Schienenbahnen als Monopolträgern aufgebür[-]deten öffentlichen Lasten regeln müsse. Daher spielt sic[h] zur Zeit der Wettbewerb zwischen beiden Verkehrsmittel[n] auf ungleicher Grundlage ab. Der Kraftomnibus ist im Be[-]triebe teurer als die Straßenbahn und wird daher diese nie[-]mals aus ihrer Stellung als Massenverkehrsmittel gänzlic[h] verdrängen. Zur Ergänzung der Straßenbahn ist jedoch de[r] Kraftomnibus sehr gut geeignet. Er kann auch als Schnel[l-]verkehrsmittel dienen, da seine Höchstgeschwindigkeit be[-]hördlich nicht beschränkt ist. In Dänemark hat sich kürzlic[h] ein Ausschuß mit der wirtschaftlichen Stellung von Kraf[t-]omnibus und Schienenbahn befaßt und ist zu dem Schluß ge[-]kommen, daß eine Kraftwagenlinie als vollwertiger Ersat[z] für eine geplante Schienenbahn unter sonst gleichen Vor[-]aussetzungen nicht empfohlen werden kann, da die Tarif[e] des Kraftwagens die der Schienenbahn um 50 vH im Per[-]sonen- und 164 vH im Güterverkehr übersteigen müßten.

[1]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 1334.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 969.

Abb. 3
Füllung der Chloriergefäße mit dem vorbehandelten (getränkten) Esparto unter Beigabe von Ätznatron.

Abb. 4
Das fertige chlorierte Esparto wird in großen Waschholländern gründlich ausgewaschen. Die mit Metallgeweben bespannten Waschtrommeln der Holländer befördern das laugehaltige Abwasser durch einen seitlichen Kanal zu den Wäschern.

Von Direktor Burgersdijk, Haarlem, und Direktor [v]an Berkel, Rotterdam, erfuhr man, daß in letzter Zeit [d]ie Verwendung eiserner Wagen bei Haupt- und auch [b]ei Kleinbahnen erheblich zugenommen hat. Die Hauptvor[t]eile der eisernen Bauart bestehen in größerer Betriebssicher[h]eit bei Unfällen, einfachem Aufbau, geringen Unterhal[t]ungskosten, Gewichtsverminderung und Unabhängigkeit [v]om ausländischen Holzmarkt. Die Rostgefahr spielt nach [A]ngaben des Vortragenden eine untergeordnete Rolle. Die [u]m etwa 10 vH höheren Beschaffungskosten der eisernen [W]agen werden durch längere Lebensdauer ausgeglichen. [E]inen Nachteil haben die eisernen Wagen jedoch durch ge[r]äuschvolleren Lauf, der aber durch Gestaltungsmaßnah[m]en gedämpft werden kann.

Am Schlusse der Tagung sprach Dr.-Ing. Lademann, [B]erlin, über mittlere Reisegeschwindigkeiten [b]ei Straßen- und Überlandbahnen. Um den Wettbewerb mit [d]en Kraftfahrzeugen aufnehmen zu können, ist die Er[h]öhung der Fahrgeschwindigkeit bei Schienenfahrzeugen [e]ine Notwendigkeit, die sich durch zweckmäßige Linien[f]ührung, gute Gleisanlagen, großen Haltestellenabstand, ge[t]eilte Haltestellen und ferner durch Einführung von beson[d]eren Haltestelleninseln erreichen läßt. Der zeitliche Halte[s]tellenabstand schwankt zwischen 10 und 30 s. Er soll nach [M]öglichkeit verkürzt werden. Gleichzeitig muß die behörd[l]icherseits zugelassene Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h [d]en Verkehrsbedürfnissen entsprechend erhöht werden. We[s]entlich wird die Reisegeschwindigkeit der Fahrzeuge be[e]influßt durch ihr Gewicht, Achsenzahl, Radstand, Motor[s]tärke, Anfahrbeschleunigung, Bremsverzögerung, Art der [B]remsen, Ausbildung der Ein- und Ausgänge und die Signal[e]inrichtungen. Ferner ist die Höhe der Betriebspannung und die Art der Stromabnehmer von Einfluß auf die Reise[g]eschwindigkeit. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt im [B]erliner Stadtinnern bei 89 verschiedenen Linien 11,8 bis [1]7,4 km/h. Die Unterschiede sind so hoch, weil die Wagen [u]nter ungleichen Bedingungen laufen.

Die Hauptversammlung des Internationalen Straßen- und Kleinbahnvereins faßte sodann den Entschluß, sich mit der Union Internationale de Tramways, de Chemins de fer, d'Intérêt local et de Transports Publics Automobiles in Brüssel zu vereinigen. Die Kopenhagener Tagung war somit die letzte Veranstaltung des Internationalen Straßen- und Kleinbahnvereins und gleichzeitig die größte seit seinem Bestehen. [N 973]

Niesky O.-L. Cramer

Papierherstellung

Zellstoff aus Espartogras

Die gewaltige Entwicklung der Papierindustrie, die fortdauernde Steigerung des Papierverbrauches der Welt, der heute rd. 300 000 t Papier jährlich beträgt, lassen die Beschaffung von Papierholz immer schwieriger werden.

Aber auch die starke Entwicklung der Kunstseidenindustrie, die sich bislang fast ausschließlich auf der aus dem Fichtenholz gewonnenen Sulfit-Zellulose aufbaut, trägt sehr merklich dazu bei, daß die Holzgewinnung allmählich in die Bahnen des Raubbaues gerät.

Immer teurer wird daher der Zellstoff aus dem Holz, und schon seit 1860 bemüht man sich, im holzarmen England einen vollwertigen Ersatz zu finden. Diesen Ersatz bieten in überreichem Maß einige Gräser (Graminaceen).

Durch das Verfahren des Ingenieurs Umberto Pomilio wurde es aber erst möglich, aus dem in großen Mengen vorkommenden Esparto- und Alfagras einen höchstwertigen Zellstoff für die Erzeugung von Papier, Kunstseide und Sprengstoff zu erzielen. Dies ist für die Länder ohne geeignetes Papierholz, wie Italien, England, Frankreich, Spanien, Argentinien usw. von allergrößter Bedeutung. In Afrika allein erzeugten Algerien, Tunesien und Tripolis 1926 ungefähr 300 000 t Esparto.

In Neapel wurde von der Firma Elettrochimico Pomilio vor zwei Jahren die erste große Zellstoffabrik nach dem Pomilio-Verfahren erbaut.

Das Verfahren besteht in folgendem: Das aus Afrika ankommende, in Ballen gepreßte Espartogras wird maschinell entstaubt und in Speichern gelagert. Von dort kommt es in offene Kocher, von denen stets zwei abwechselnd in Betrieb sind. Hier wird das Esparto mit schwacher Natronlauge (1 bis 2 vH NaOH) bei 70 bis 80 °C getränkt. Eine Kreiselpumpe drückt dauernd Wasser und Lauge durch die Kocher, die durch Dampf erwärmt werden. Diese Pumpe besorgt auch das Umfüllen der Lauge, das Waschen und die Erneuerung des Wassers.

Die Tränklauge kann mehrmals benutzt werden, man braucht nur ihren Alkaligehalt auf gleicher Höhe zu erhalten.

Sodann wird in denselben Kochern gewaschen. Man entleert die Kocher mit Förderbändern und fördert das Kochgut in die Chloriergefäße, Abb. 3, die aus Eisenbeton aufgebaut sind. Durch Rohre werden Chlorgas, Alkalilauge und Wasser eingeleitet.

Zum Chlorieren werden für 100 kg Esparto (lufttrocken) gebraucht: Ätznatronlauge 160 bis 180 kg, Chlorgas 400 kg, Hypochlorit 20 kg.

Nach beendeter Chlorierung wird mit Wasser gründlich ausgewaschen, Abb. 4. Hiernach wird der Stoff mehrmals mit Natronlauge in der Kälte behandelt, wodurch sämtliche Inkrusten beseitigt werden und reinster Zellstoff zurückbleibt. Dieser wird, wie gewöhnlich, aufgeschlagen, sortiert, gebleicht und entwässert, um in der üblichen Pappenform in den Handel zu kommen. Das Pomilio-Verfahren läßt sich mit gewissen Änderungen zur Gewinnung besten Stroh-Zellstoffes sowohl aus Roggen-, Gersten- und Weizenstroh als auch aus Reisstroh und aus Bagasse (Zuckerrohrabfall) benutzen. Aber auch aus Papyrus wird ein vorzüglicher Zellstoff gewonnen, der für Südafrika von größter Bedeutung ist; denn die Bahn von Kapstadt nach Elizabethwill erschließt die ungeheuren Papyrusbestände der Bangweolo-Sümpfe, die einen unschätzbaren Wert erhalten haben [M 246]

Villach Dir. E. Belani

Wasserbau

Über die Regulierung des Mississippi

Die ungeheure Mississippiüberschwemmung im Frühjahr 1927, bei der 200 Dammbrüche eingetreten sind, und der dadurch verursachte Schaden haben erneut zu ausgedehnten Studien geführt, wie derartigen Hochfluten am zweckmäßigsten in Zukunft zu begegnen sei[1]. 700 000 Menschen wurden

[1] Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 104

durch diese Katastrophe betroffen, wobei die verhältnismäßig nur geringe Zahl von 120 Toten angegeben wird. Der Sachschaden ist bei einer Überschwemmungsfläche von 90 000 km² auf 1200 Mill. Mark geschätzt worden. Die bereits seit 1879 bestehende „Mississippi River Commission" hat zur Herbsttagung der American Society of Civil Engineers das vorläufige Ergebnis ihrer Arbeiten in einem Bericht zusammengefaßt[2]). Neben diesem Bericht sind noch viele Gegenmeinungen in dieser Sitzung vorgetragen worden.

Hier sei nur auf den Bericht der Kommission, wie er im „Engineering News-Record[3])" teilweise wiedergegeben ist, näher eingegangen. Es ist ein Hochwasserschutz für etwa 78 000 km² fruchtbarsten Ackerlandes zu schaffen. Da das Wasser aus 31 nordamerikanischen und zwei kanadischen Staaten sich im Mississippi vereinigt, so ist die Lösung dieser Frage mithin für die gesamten Vereinigten Staaten von Bedeutung und kann nicht durch die Einzelstaaten getrennt in Angriff genommen werden. Seit 1879 haben die Deichbauten 500 Mill. ℳ gekostet. Die Arbeiten waren noch keineswegs beendet und weitere 120 Mill. ℳ bereitgestellt, als 1927 eine Flutwelle auftrat, die 1,20 m höher als die von 1912/13 war, und als bisher größte dem endgültigen Ausbau zugrundegelegt worden ist.

Als Hauptarbeiten werden die Erhöhung oder Rückverlegung der Deiche, der Bau von Staubecken, von Entlastungskanälen im Mündungsgebiet, Überflutungsschleusen, Flußbegradigungen sowie Ausbaggerung von Untiefen und Aufforstung angesehen. Zahllose andere, phantastische Pläne sind abgewiesen. Die Ansichten über diese, naturgemäß ungeheure Summen erfordernden Arbeiten, namentlich wie sie am zweckmäßigsten ausgeführt werden, in welcher Reihenfolge und in welchem Ausmaß und Zeitabschnitt, sind noch nicht endgültig festgelegt.

Bei Annahme einer größten Wassermenge von 63 700 m³/s bei Cairo, am Zusammenfluß von Mississippi und Ohio im Staate Illinois, könnte durch eine durchgehende Erhöhung und Verstärkung der Uferdämme an der ungünstigsten Stelle bei Arkansas City um 5,8 m bei 1,50 m Freibord eine geordnete Abführung gewährleistet werden. Die größte beobachtete Wassermenge bei Cairo betrug 1927 nur 49 200 m³/s, und die bisherige mittlere Deichhöhe betrug rd. 5,5 m bei 0,90 m Freibord (mittlere Kronenbreite 10 m, mittlere Fußbreite 120 m). Die Kosten der 3300 km langen Dammverstärkung werden auf 2100 Mill. Mark geschätzt. Natürlich ist auch die Frage in Erwägung gezogen, ob nicht schon allein die Verzinsung dieser ungeheuren Summe den Schaden eines Hochwassers, wie es im Ausmaße von 1927 nur etwa alle hundert Jahre eintritt, bei weitem übersteigt. Auch die dauernde Gefahr einer derartigen Dammerhöhung für die dahinter wohnende Bevölkerung gibt Grund zu Bedenken.

Bei der Untersuchung der Mittel, die Dammerhöhung zu verringern, stellt sich der Ausbau von Verteilungskanälen an den Flußmündungen erheblich billiger als die Ausführung von Stauseen. Es sind zwar Möglichkeiten für die Anlage von etwa 320 Stauseen gefunden worden, deren Bau jedoch rd. 5500 Mill. ℳ kosten würde, und die trotzdem nur ein Fünftel der Hochwassermenge aufnehmen könnten. Eine Vereinigung solcher Hochwasserstaubecken mit Wasserkraftanlagen ist naturgemäß nur in beschränktem Maße möglich; sollen doch die Hochwasserbecken zur Aufnahme des Hochwassers möglichst leer, die Wasserkraftbecken zur dauernden Wasserabgabe tunlichst voll sein. Auch ein vollständiger Ausbau der vorgeschlagenen Verteilungskanäle im Mündungsgebiet macht eine sorgfältige Unterhaltung und eine teilweise Verstärkung der vorhandenen Deiche sowie ausgedehnte Uferbefestigungen keinesfalls überflüssig.

Um beim Eintreten einer, wenn auch unwahrscheinlichen, noch größeren Wassermenge das Überschwemmungsgebiet regulieren zu können, sollen eine Anzahl von Überflutungsschleusen in den Dammkronen vorgesehen werden, ähnlich wie sie bei der letzten Flutwelle durch Sprengen der Dammkrone erst plötzlich geschaffen werden mußten. Ein kleiner Teil der Kosten wird sich durch eine mit der Flußregulierung naturgemäß verbundene Verbesserung der Schiffahrtsbedingungen vor allem für Niedrigwasser bezahlt machen. [N 1009] Dr. R. Bhd.

[2]) Der inzwischen dem Kongreß vorgelegte amtliche Bericht deckt sich im wesentlichen mit den nachfolgenden Zeilen. [3]) Bd. 99 (1927) S. 618.

Kleine Mitteilungen

Erfahrungen mit Luftreifen bei Kraftomnibussen

In der letzten Sitzung des Institute of Transport, London, berichtete L. G. Wyndham über die Erfahrungen der Birmingham and Midlands Motor Omnibus Company mit Luftreifen bei Eindeck-Kraftomnibussen, die sich über Wegleistungen von rd. 50 Mill. km auf teilweise sehr schlechten Straßen erstrecken. Die Fahrzeuge laufen alle auf einfachen Reifen an den vier Rädern, an den Vorderachsen, die mit rd. 2,5 t belastet sind, auf Reifen von 152,4 mm, an den Hinterachsen mit rd. 4 t Last auf Reifen von 208,8 mm Dmr. Im Laufe von fünf Betriebsjahren wurden etwa 7800 Reifendecken erneuert, und zwar drei nach je 91 500 km, 10 nach 80 000 bis 88 500 km, 82 nach 64 000 bis 80 000 km, 304 nach 48 000 bis 64 000 km und 835 nach 32 000 bis 48 000 km Wegleistung. Die überwiegende Mehrzahl der Reifen hielt jedoch nur zwischen 16 000 und 32 000 km Wegleistung aus, ein geringer Teil, der wohl fehlerhaft war, nämlich 280 Reifen, versagte sogar, bevor die Wegleistung 16 000 km erreicht hatte. („Engineering" 6. Januar 1928 S. 18/19) [N 1154 a]

Sehr große Quecksilberdampf-Gleichrichter

Die Connecticut Co. hat in Bridgeport zwei neue Umformeranlagen aufgebaut, die die größten ihrer Art in der Welt sein sollen. Jede Anlage enthält fünf Geichrichter, die bei 600 V Spannung 2000 A abzugeben vermögen. Jede Einheit kann bis 3000 A für kurze Zeit belastet werden. Am 27. März 1927 hatten die Aufstellungsarbeiten in Bridgeport begonnen, am 26. September desselben Jahres konnte die Anlage in Betrieb genommen werden. Vier Gründe hatten für die Wahl von Quecksilberdampf-Gleichrichtern gesprochen: der hohe Wirkungsgrad; die Möglichkeit, wahlweise mit 25 oder mit 60 Per./s zu arbeiten; die geringe Höhe der Unterhaltungskosten; die Vermeidung umfangreicher Gründungsarbeiten.

Die Commonwealth Edison Co., Chikago, beabsichtigt, demnächst zwei Quecksilberdampf-Gleichrichter mit 5000 A bei 600 V aufzustellen. (El. Railway Journ. 26. Dezember 1927 S. 1145.) [N 1154 b] Gsl.

Die elektrischen Bahnen in Natal

Von der Natal-Strecke (Durban–Vryheid) der südafrikanischen Staatsbahnen ist der Abschnitt Pieter-Maritzburg–Glencoe zur Zeit vollständig auf elektrischen Betrieb umgestellt. Während der Dampfverkehr Zuggewichte vo[n] höchstens 21 650 t je Tag bewältigte, ermöglicht der elek[trische] Betrieb solche von 31 700 t. Die stärksten Daue[r]steigungen auf den befahrenen Strecken betragen 18 v T und zwar zwischen Maritzburg und Duncairy.

Das Bahnkraftwerk bei Colenso hat fünf Dampfturb[o]dynamos von je 12 000 kW bei 3000 Uml./min[1]). Nebe[n] dem Kraftwerk wurde eine Freiluftanlage mit fünf Tran[s]formatorensätzen errichtet, worin die Drehstromspannun[g] von 6600 V auf 88 000 V erhöht wird. Diese Spannun[g] wird nach zwölf selbsttätigen Umformerwerken längs de[r] Strecke übertragen. Die Fahrleitung erhält Gleichstro[m] von 3000 V.

Der mechanische Teil der Lokomotiven wurde teilwei[se] von der schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur, tei[l]weise nach Zeichnungen dieser Firma von englischen Lok[o]motivbauanstalten geliefert. Der elektrische Teil wur[de] bei der Metropolitan Vickers Co., Ltd., hergestellt. Die AA+AA gekuppelten Lokomotiven haben 65,5 t Diens[t]gewicht. Sie entwickeln am Radumfang 7450 kg Daue[r]zugkraft bei ungeschwächtem Motorfeld. Die Daue[r]geschwindigkeit beträgt, ebenfalls bei ungeschwächte[m] Motorfeld, 37 km/h. Die Lokomotiven sind mit vier vie[r]poligen Gleichstrom-Reihenschlußmotoren von zusamm[en] 3000 PS Stundenleistung ausgerüstet. Die Ankerspannu[ng] beträgt 1500 V. Als Bremsen sind die Westinghous[e]-Druckluftbremse und elektrische Nutzbremsung vorgesehe[n]. Die Steuerung ist als Mehrfachsteuerung mittels elektris[ch] gesteuerter Druckluftschützen ausgebildet (Organ f. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 30. Dez. 1927 S. 518*) [N 1154 c] Krs.

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 86.

Neue Bauarten von Schiffskesseln in Engla[nd]

Auch im Schiffbau findet der Wasserrohrkessel imm[er] häufiger Verwendung. Allein die Babcock & Wilco[x]-Werke in Renfrew haben 1927 etwa 40 Wasserrohrkess[el] namentlich für holländische und englische Reedereien g[e]liefert. Anderseits sucht man durch konstruktive Ve[r]besserungen die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigk[eit] der Flammrohrkessel zu erhöhen. So hat die Kesselba[u]firma Daniel Adamson & Co., Dukinfield, einen neu[en] Zweiflammrohrkessel entworfen, in dem die Heizgase z[u]nächst die Flammrohre und dann eine große Anzahl klein[er] Rauchrohre durchströmen; diese sind im unteren Teile d

Kessels angeordnet und wärmen das Wasser vor. Da auf diese Weise die sonst üblichen ausgemauerten Rauchgaskanäle vermieden werden, spart man an Platz und Gewicht und nutzt außerdem die Abgaswärme restlos aus, so daß ein Rauchgas-Speisewasservorwärmer nicht mehr notwendig ist.

Bemerkenswert ist ferner eine von James Howden & Co., Glasgow, entworfene Kesselbauart, die eine Vereinigung eines Scotch-Marine-Kessels und eines Wasserrohr-(Steilrohr-)Kessels darstellt. Der zur Zeit im Bau befindliche Kessel hat 22 at Betriebsdruck, 325 m² Heizfläche und rd. 9 t/h normale Dampfleistung. An einem Kessel ähnlicher Bauart wurden bis zu 87 vH Wirkungsgrad erreicht. („The Engineer“ 6. Januar 1928 S. 25, „The Iron and Coal Trades Review“ 6. Januar 1928 S. 5) [N 1154 d] Pt.

Über das Manganerzvorkommen an der Goldküste

Von den vielen Manganerzvorkommen an der Goldküste wird besonders das Insuta-Dagwin-Vorkommen an der Eisenbahnlinie Sekondi-Kumasi, rd. 55 km vom Hafen von Sekondi entfernt, abgebaut. Die Erze kommen in einer rd. 90 m hohen und rd. 4 km langen Hügelkette vor. Das ganze die Hügelkette bildende Gestein wird aufbereitet. Die Zusammensetzung des Erzes ist 50 bis 53 vH Mangan, 2 bis 4 vH Eisen, 3 bis 7 vH Kieselerde (SiO_2), 0,1 bis 0,12 vH Phosphor. Das 1914 entdeckte Vorkommen wird seit dem Jahre 1916 ausgebeutet. Bei dem gegenwärtigen Stande der Aufbereitanlagen könnten jährlich rd. 500 000 t Manganerz abgebaut werden. („The Iron and Coal Trades Review“ 6. Januar 1927 S. 9) [N 1154 f] Gw.

BÜCHERSCHAU

Grundzüge der Zerspanungslehre. Von Max Kronenberg. Berlin 1927, Julius Springer. 264 S. m. 170 Abb. Preis 22,50 *M*.

Die Arbeit von Kronenberg behandelt eine außerordentlich wichtige Frage. Seit der grundlegenden Arbeit Taylors haben eine ganze Anzahl hervorragender Forscher in allen Kulturländern Beiträge zu der äußerst verwickelten und schwierigen Aufgabe geliefert, um Klarheit in die vielfach noch im Dunkeln liegenden Zusammenhänge bei den Zerspanungsgesetzen zu schaffen. Es gebührt dem Verfasser das Verdienst, die Ergebnisse dieser Arbeiten planmäßig zusammengefaßt und mit richtiger kritischer Würdigung gewertet zu haben, so daß mit dieser Veröffentlichung ein wesentlicher Fortschritt der Erkenntnis in den verwickelten Vorgängen zu verzeichnen ist. Die Ergebnisse aus den bereits vorliegenden Versuchsarbeiten gaben Kronenberg die Grundlage zu seinen Schlußfolgerungen; aber es bleibt angesichts der Fülle der Erscheinungen doch noch vieles zu klären übrig. Daher ist es nicht zu verwundern, daß — wie später unten gezeigt wird — über manche der Erscheinungen auch noch andre Erklärungen und Anschauungen, als sie der Verfasser in seiner neuen Arbeit niedergelegt hat, möglich sind.

Den Hauptteil des Buches bilden die wichtigen und vielumstrittenen Fragen der Schnittgeschwindigkeit und des Schnittdruckes, dem sich dann noch Abschnitte über Leistung, die Auswirkung der Zerspanungsgesetze auf Betrieb und Bau der Werkzeugmaschinen und die praktische Anwendung der Zerspanungsgesetze anschließen.

Im Abschnitt über Schnittgeschwindigkeit geht Kronenberg von der Voraussetzung aus, daß die Schnittgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Spanquerschnitt sich im doppellogarithmischen Feld auf ein einfaches Gesetz von der Form $y = ax + b$ zurückführen lasse, wobei die Richtungsgröße a für einen bestimmten Werkstoff gleichartiger Zusammensetzung jedoch von verschiedener Festigkeit unverändert bleibt. Kronenberg kommt zu dieser Schlußfolgerung auf Grund der von Taylor angegebenen Schnittgeschwindigkeitszahlen für den praktischen Werkstattgebrauch. Hierbei ist aber zu beachten, daß gerade diese Zahlen Näherungswerte bedeuten, die zwar aus den Grundgesetzen entwickelt, jedoch von andern praktischen Gesichtspunkten stark beeinflußt sind. Untersucht man die tatsächlichen Versuchszahlen Taylors über die Normalschnittgeschwindigkeit (20 min dauernde Versuche), so ergibt sich, daß die Richtungszahlen a und der Lagenwert b der Hauptformel je nach der Spanform andere Werte ergeben, so daß bei gleichem Spanquerschnitt je nach der Zusammensetzung nach Vorschub und Tiefe verschiedene Werte auftreten. Die neuerdings im Laboratorium für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule in Aachen vorgenommenen Drehversuche bestätigen das mit aller Deutlichkeit[1]).

Der Verfasser bestreitet einen wesentlichen Einfluß nach dieser Richtung hin (S. 28 und 48), wurde auch wohl durch die vielfach recht anfechtbaren Gesetzformulierungen von Hippler und die unbestreitbar eintretende Vereinfachung in der Behandlung der Gesetze bei der Beziehung auf den Spanquerschnitt im ganzen ohne Rücksicht auf seine besondere Form zu dieser Anschauung geführt. Man wird indes meiner Meinung nach leider auf die an sich sehr wünschenswerte Vereinfachung verzichten und die immer noch als zuverlässig anerkannten Taylorschen Versuchsergebnisse berücksichtigen müssen, wenn wirklich brauchbare Anwendungsformeln und Richtwerte erreicht werden sollen.

Auch scheint die Annahme, daß bei gleichartigen Werkstoffen verschiedener Festigkeit die Richtungskonstanten gleich bleiben (d. h. Schar paralleler Geraden in logarithmischem Schaubild), und sich nur der Lagenwert ändert, nicht in allen Fällen zuzutreffen.

Die gleiche abweichende Anschauung muß ich auch für die Behandlung der Schnittdruckformeln aussprechen. Der Schnittdruck ist nicht allein vom Spanquerschnitt, sondern auch von dessen Zusammensetzung nach Vorschub und Schnittiefe abhängig. Die sich auf der gegenteiligen Voraussetzung aufbauenden Folgerungen des Verfassers, wie z. B. die Darstellung des Begriffes „der Überschneidungsgeraden“ auf Grund der Brinellprobe sind daher keine sichere Grundlage und mit Vorsicht aufzufassen. Ferner muß geprüft werden (S. 116 ff.), ob die an sich klare und die Erkenntnis fördernde Aufteilung des Einflusses von Werkstückeigenschaften und Meißelwinkeln aus Versuchen, die auf verschiedenen Grundlagen beruhen und mit verschiedener Schneidkantenform vorgenommen wurden, zur richtigen Beurteilung der einzelnen Einflüsse führt.

Die Arbeit ist also eine sehr anerkennenswerte Weiterentwicklung der allgemeinen Anschauungen. Jedoch beruhen die in den Abschnitten über die Schnittgeschwindigkeit und über den Schnittdruck gemachten Rückschlüsse im Hinblick auf die obigen Einwendungen über die Unzulässigkeit der Vereinfachung auf unsicherer Grundlage.

Im ganzen genommen bringt das Buch trotz der möglichen abweichenden Auffassung über einzelne der angenommenen Grundlagen eine sehr verdienstvolle Förderung der ungemein wichtigen Frage der Zerspanung. [E 1039]

Aachen A. Wallichs

[1]) A. Wallichs: Das Gesetz der Schnittgeschwindigkeit beim Drehvorgang, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 997.

Rationeller Dieselmaschinenbetrieb. Anleitung für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur ortfester Viertakt-Dieselmaschinen. Von Josef Schwarzböck. Berlin 1927, Julius Springer. 143 S. m. 62 Abb. Preis 9 *M*.

Behandelt wird die Betriebführung von ortfesten Viertakt-Dieselmaschinen, ein Gebiet, auf dem bisher außer den Betriebvorschriften der Motorenfabriken nur wenig brauchbares Schrifttum vorlag. Die auf guten und gründlichen Erfahrungen beruhenden Ausführungen des Verfassers bilden eine begrüßenswerte Ergänzung und Erweiterung dieser meist kurz gehaltenen Betriebvorschriften.

Neben den Anweisungen für die Bedienung des Motors ist der größere Teil des Buches den Instandhaltungsarbeiten gewidmet, die der Verfasser mit Recht als die Grundlage für eine wirtschaftliche Betriebführung bezeichnet. Einige der unter Ausbesserungen angegebenen Arbeiten, so insbesondere die Thermit-Schweißung von gebrochenen Kurbelwellen, bedürfen naturgemäß einer besonders sachverständigen Ausführung und sollten kaum ohne Mitwirkung einer Motorenfirma vorgenommen werden. Von besonderer Wichtigkeit sind ferner die Angaben über Reinigung und Wiedergewinnung des Schmieröles sowie über die Verarbeitung von dickflüssigen Rohölen.

Das sehr anregend geschriebene Buch kann jedem, der sich mit der Betriebführung von Dieselmotoren befaßt, bestens empfohlen werden. [E 1056] Dr. Riehm

Lehrbuch der Ballistik. 3. Bd.: **Experimentelle Ballistik.** Herausgeg. von C. Cranz unter Mitwirkung von v. Eberhard und K. Becker. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 408 S. m. 138 Abb. u. 56 Abb. im Anhang. Preis 39 *M*.

Die beiden ersten Bände[1]) des vorliegenden Werkes behandelten die Vorgänge der äußeren und inneren Ballistik, die zu ihrer Beherrschung entwickelten Theorien und Rechnungen auf Grundlage der Erfahrungen sowie des Vergleiches mit den Versuchsergebnissen. Deren Gewinnung ist nun Aufgabe der experimentellen Ballistik, die sich vorwiegend mit den dazu gebrauchten Geräten, ihrer Handhabung und Berichtigung beschäftigt. Am wichtigsten ist dabei die Messung rasch ablaufender Bewegungen der Geschosse und Schießgeräte und die von Zustandänderungen unter hohem Druck, die nur durch sehr genaue Aufzeichnung zusammengehöriger Zeit- und Ortangaben unter weitgehender Zuhilfenahme fester und bewegter Lichtbilder erreicht werden kann. Es ist ganz ausgeschlossen, hier eine auch nur kurze Übersicht über alle hierfür benutzten oder vorgeschlagenen, im Buche ausführlich besprochenen Meßgeräte zu bringen, von denen ein großer Teil ebensogut für den technischen Schnellbetrieb geeignet erscheint und auch, wie die Chronographen, Oszillographen u. a. m. sich dort schon bewährt hat. Zur Entwicklung der mannigfaltigen Einrichtungen wurde die ganze Physik und physikalische Technik herangezogen, von deren hohem Stande die in vorzüglichen Lichtbildern gezeigten Ergebnisse ein vollgültiges Zeugnis ablegen. An dieser Entwicklung sind übrigens alle Kulturvölker in gleicher Weise beteiligt, während die Verwendung der Hilfsmittel für ballistische Zwecke den abgerüsteten Völkern in der nächsten Zukunft nur in bescheidenem Maße möglich sein wird. Solche Beschränkungen bestehen natürlich nicht in der wissenschaftlichen Technik, deren Vertreter in allen Zweigen der Industrie diesen Band mit freudigem Dank begrüßen und mit großem Gewinn benutzen werden.

Den verdienstvollen Verfasser, der am 2. Januar 1928 sein 70. Lebensjahr vollendete, darf man jedenfalls zu dem raschen Abschluß dieses Lebenswerkes von Herzen beglückwünschen. [E 1038]

Danzig H. Lorenz

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 243 u. 1627.

Lehrbuch der Chemie für technische Anstalten. Von Steuer. Mit einem Anhang: Erläuterungen zu den Kesselspeisewasser-Untersuchungen. 3. Aufl., bearb. von Düsing. Kiel 1927, Robert Cordes. 141 S.

Im Rahmen eines kurzen Grundrisses der Chemie wird dem angehenden Maschinentechniker eine ausreichende Grundlage zum Verständnis der für seinen Beruf wichtigen chemischen Vorgänge gegeben. Gute Abbildungen ergänzen den Text namentlich in den ausführlicher behandelten Abschnitten wie Brennstoffe, Eisen, Thermitverfahren usw.

[E 1057] Dr. phil. P. Loth

Wege zum Wissen. **Von Kopernikus bis Einstein.** Der Wandel unseres Weltbildes. Von Hans Reichenbach. Berlin 1927, Verlag Ullstein. 122 S. Preis 1,35 ℳ.

Dieses Büchlein ist eines von den wenigen, die, ohne sich mathematischer Hilfsmittel zu bedienen, in zufriedenstellender Weise in die Einsteinsche Gedankenwelt einführen. Besonders die Grundgedanken der speziellen Relativitätstheorie, das Kennzeichen der Gleichzeitigkeit, der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit usw. werden so klar erläutert, daß auch der Nichtphysiker die im letzten Abschnitt wiedergegebenen Folgerungen der allgemeinen Relativitätstheorie ohne weiteres verstehen und sich in das großartige Weltbild Einsteins einleben wird.

[E 1054] Gsl.

Die Maschinenelemente. Von Felix Rötscher. 1. Bd. Berlin 1927, Julius Springer. 600 S. m. 1042 Abb. Preis 41 ℳ.

Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. Herausgeg. von H. Nicklisch. 17. Lfg. Stuttgart 1927, C. E. Poeschel. 320 Sp. Preis 7 ℳ.

Leitfaden der Mechanik für Maschinenbauer. Von Karl Laudien. 1. H.: Statik und Dynamik. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 179 S. m. 246 Abb. Preis 5,50 ℳ.

Bewegungslehre — Grundgesetz der Physik — Die Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften — Die Lehre vom Schwerpunkt — Lehre vom Gleichgewicht der Körper — Reibung — Dynamik.

Der Aufbau der Kupfer- Zinklegierungen. Von O. Bauer und M. Hansen. Berlin 1927, Julius Springer. 150 S. m. 172 Abb. Preis 20 ℳ.

Perlitguß. Herausgeg. von G. Meyersberg. Berlin 1927, Julius Springer. 112 S. m. 92 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Die praktische Nutzanwendung der Prüfung des Eisens durch Ätzverfahren und mit Hilfe des Mikroskopes. Von E. Preuß. Bearb. von G. Berndt und M. v. Schwarz. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 198 S. m. 204 Abb. Preis 9,20 ℳ.

Metallüberzüge, Metallfärbung und Metallanstriche. Von Franz Reinboth. Berlin 1927, Carl Pataky. 121 S. m. 19 Abb. Preis 3 ℳ.

Kurzgefaßtes **Handbuch der Elektrizitätszählertechnik.** Von F. Bergtold. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 250 S. m. 327 Abb. Preis 17,80 ℳ.

Die Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen. Von Oswald Burger. Berlin 1927, Julius Springer. 115 S. m. 36 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Sechs Rechentafeln (Nomogramme) für elektrische Apparate. Nach H. Manger. Geislingen-Stg. (Württ.) 1927, NBW-Verlag. Preis 7,50 ℳ.

Die Herstellung der Klinker. Von Paul Jürgel. Berlin 1927, Verlag der Tonindustrie-Zeitung. 42 S. m. 25 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von Luigi Santarella. 2. Bd. Milano 1928, Ulrico Hoepli. Textbd.: 364 S. Tafelbd.: 75 Taf. Preis zus. 85 Lire.

Fünfzehn Nomogramme für den Eisenbau. Nach F. R. Faltus. Geislingen-Stg. (Württ.) 1927, NBW-Verlag. Deutsche Ausgabe, 13 Taf. Preis 12 ℳ.

Technisches Denken und Schaffen. Von Georg v. Hanffstengel. 4. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 228 S. m. 175 Abb. Preis 6,90 ℳ.

Aus dem Reich der Technik. Von M. M. von Weber, 2. Bd. Berlin 1927, VDI-Verlag. 336 S. Preis 5 ℳ.

Gasfernversorgung von den Kohlengewinnungsstätten aus. Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas und Wasserfachmännern, E. V., Berlin im September 1927. Selbstverlag. 48 S. Preis 0,60 ℳ.

Friedrich List. Schriften — Reden — Briefe. 4. Bd.: Das natürliche System der politischen Oekonomie. Herausgeg. und übersetzt von Edgar Salin und Artur Sommer. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 643 S. Preis 18 ℳ.

Oesterreichisches Montan-Handbuch 1927. Mitteilungen über den österreichischen Bergbau. 8. Jg. Wien 1927, Verlag für Fachliteratur. 183 S. m. Abb. Preis 12 ℳ.

Die Geschichte der Berliner Klempner-Innung in den letzten drei Jahrhunderten. Herausgeg. von Max Arendt. Berlin 1927, Maetzig & Co. 71 S. m. Abb. Preis 4,50 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 28. JANUAR 1928 Nr. 4

Schachtanlage IV in Gerthe-Hiltrop mit dem neuen Kraftwerk.

Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV in Gerthe bei Bochum

Von Dipl.-Ing. Paul Dettenborn, Gerthe i. W.

(Hierzu Tafel 1 und Bildblatt 1 bis 3)

Die Bergbau-A.-G. Lothringen hat mit dem Ziele größter Wirtschaftlichkeit unter enger Anlehnung an den Kraft- und Wärmebetrieb einer Zeche das hier dargestellte neue Kraftwerk errichtet. Plan der Dampfverteilung, Kesselhaus, Kohlenstaub-Mahlanlage, Turbodynamos, elektrische Einrichtung und Meßwesen.

Als die Bergbau-A.-G. Lothringen gegen Ende 1924 vor der Aufgabe stand, für das neu zu errichtende Stahl- und Walzwerk der Eisen- und Hüttenwerke, A.-G., ein Kraftwerk zur Erzeugung des elektrischen Stromes auf Schachtanlage IV in Gerthe-Hiltrop zu errichten, ergaben sich für die Art der Dampferzeugung zwei Möglichkeiten. Entweder man erweiterte die vorhandene Kesselanlage des Zechenbetriebes (5 Flammrohrkessel von je 120 m² und 5 Wasserrohrkessel von je 280 m² Heizfläche für Sattdampf von 10 at), oder man faßte die gesamte Dampferzeugung in einer neuzeitlichen Kesselanlage zusammen. Die Errichtung eines zweiten Kesselhauses mit hohem Druck neben der alten Kesselanlage für 10 at kam aus betrieblichen und wirtschaftlichen Rücksichten nicht in Frage. Man entschied sich für den Neubau eines Kesselhauses für die gesamte Dampferzeugung, Abb. 1, und die Aufstellung von Turbodynamos von solcher Größe, daß auch die benachbarten Zechen des Konzerns, die Chemischen Werke Lothringen und die Maschinenfabrik der Eisen- und Hüttenwerke, A.-G., mit Strom versorgt werden können.

Anordnung des Dampfbetriebes

Genaue Berechnungen ergaben als wirtschaftlichsten Dampfdruck 28 at. Hierbei wurde berücksichtigt, daß die anfallenden minderwertigen Brennstoffe, wie Koksgrus und Schlamm, restlos verfeuert werden sollten. Da die vorhandenen Maschinen der Zeche und der Kokereien mit 10 at Dampfdruck betrieben werden, wurden die Dampfturbinen als Anzapfmaschinen ausgebildet. Der Dampf wird mit 400° erzeugt und tritt in die Turbinen mit rd. 25 at Überdruck und 375° ein. Der Anzapfdampf versorgt bei rd. 275° mittlerer Temperatur den Verteiler f_1, Abb. 2, an ihn sind alle Verbraucher angeschlossen, für die ein möglichst gleichmäßiger Druck erwünscht ist, das sind die Kokereien und die Fördermaschine. Drei Rauchröhrenkessel, in denen die Wärme von Koks zur Dampferzeugung benutzt wird, versorgen unmittelbar die Hauptkokerei. Der Unterschied zwischen Dampferzeugung und Verbrauch der Hauptkokerei wird durch den Verteiler f_1 gedeckt, dessen Druck die Turbinensteuerung gleichbleibend erhält. Sollten die Kessel der Kokskühlanlage mehr Dampf erzeugen, als die an den Verteiler f_1 angeschlossenen Verbraucher abnehmen, so strömt der Dampfüberschuß bei Überschreitung des vorgeschriebenen Druckes von 10 at durch das Überströmventil w_1 und den Verteiler f_2 zu den übrigen Verbrauchern. Die Turbinen sind gegen Rückströmen von Dampf aus der Entnahmeleitung durch Rückschlagklappen mit Öldämpfung gesichert. Ebenso sind die Kessel der Kokskühlanlage durch eine Rückschlagklappe gegen unzulässige Drucksteigerungen infolge Rückströmens von Dampf geschützt.

Da einerseits die Dampferzeugung der Kokskühlung unabhängig vom Bedarf ist, und anderseits plötzliche Schwankungen von 2000 bis 3000 kW allein vom Stahl- und Walzwerk zu erwarten waren, die sich mit den übrigen Belastungsspitzen, z. B. der Fördermaschine, überlagern können, so schien zum Ausgleich für alle Schwan-

Abb. 1. Gesamtansicht des Kraftwerkes.

kungen in der Dampferzeugung und im Dampfverbrauch die Anordnung eines Speichers zweckmäßig. Da das Speisewasser beim Eintritt in die Kessel rd. 150 ° und zeitweise darüber hat, während die Sattdampftemperatur 225 bis 230 ° beträgt, wurde von der Beschaffung eines Gleichdruckspeichers Abstand genommen und ein Ruthsspeicher von rd. 120 m³ Rauminhalt aufgestellt.

Der Speicher ist an Verteiler f_2 angeschlossen, Abb. 2; dieser versorgt alle Verbraucher mit Dampf, die gegen Druckschwankungen weniger empfindlich sind, das sind ein Kolbenkompressor von 12 000 m³/h Ansaugleistung und eine Zweidruckturbine von 1250 kW. Der Betrieb des Ruthsspeichers wird durch das Ventil v (Bauart AEG) selbsttätig in folgender Weise geregelt: Wird genügend Dampf im Hochdrucknetz erzeugt, so ist das Ventil geöffnet und im Verteiler f_2 herrscht der Druck von 10 at, der Ruthsspeicher ist geladen. Fällt der Druck in der Hauptdampfleitung unter eine einstellbare Grenze (rd. 26 at), so schließt ein Hochdruckstoß das Ventil und hängt somit die Verbraucher des Verteilers f_2 vom Hauptdampfnetz ab; diese werden sodann mit Damp[f] aus dem Ruthsspeicher versorgt. Hat infolge dieser Ent[-]lastung der Frischdampferzeugung der Druck sich wie[-]der erholt und steigt er über 26 at, so öffnet sich das Ven[-]til wieder, versorgt die Verbraucher des Verteilers $f_{[2]}$ mit Dampf und lädt den Ruthsspeicher wieder auf.

Die entnommene Dampfmenge beträgt bei einer Ent[-]spannung des Speichers von 10 auf 7 at, die in rd. 10 mi[n] erfolgt, etwa 2900 kg. Sollte trotz der Entladung de[s] Ruthsspeichers auf 7 at der Hochdruck nicht gestiege[n] sein, so öffnet ein Mitteldruckstoß, der hinter dem Ven[-]til v der Dampfleitung zum Verteiler f_2 entnommen wir[d] das Ventil wieder und erhält den Druck im Verteiler $f_{[2]}$ dauernd auf 7 at. Bei besonderen Störungen in der Dampf[-]erzeugung oder bei unvorhergesehener großer Stromerzeu[-]gung kann der Ruthsspeicher mit der Hand auf den Ab[-]dampfspeicher geschaltet und durch Verwendung diese[s] Dampfes in der Zweidruckturbine die Dampferzeugun[g] um eine Dampfmenge entlastet werden, die etwa 575 kW entspricht.

Abb. 2
Schema der Dampfverteilung.

Ventil v_1 führt selbsttätig Frischdampf dem Verteiler f_1 zu, wenn hier, etwa bei Turbinenschäden, der Druck unter 10 at sinkt,
„ v_2 führt bei Unterschreitung von 7 at dem Verteiler f_2 Frischdampf zu,
„ v öffnet sich, wenn der Druck vor den Turbinen über 26 at steigt (Aufladen des Speichers),
„ v „ „ „ „ „ hinter dem Ventil (Verteiler f_2 und Speicher) unter 7 at gesunken ist,
„ v schließt sich, wenn der Druck vor den Turbinen unter 26 at sinkt.
Überströmventil w_1 öffnet sich, wenn im Verteiler f_1 der Druck 10 at überschreitet.

Damit die Speicherfähigkeit des Ruthsspeichers in möglichst weiten Grenzen ausgenutzt werden kann und die Druckabfallverluste möglichst eingeschränkt werden, sind im Mitteldrucknetz fast nur Koswa-Ventile mit schräger Spindelstellung eingebaut worden. Die Sicherheitsventile an den Verteilern, auf dem Ruthsspeicher und an den Turbinen sind derart bemessen, daß auch unter den ungünstigsten Umständen keine unzulässige Drucksteigerung im Mitteldruckdampfnetz entstehen kann.

Anderseits sorgen durch Öl gesteuerte Druckminderventile v_1 und v_2 dafür, daß der Druck nicht unter eine gewisse einstellbare Grenze sinkt, und zwar führt das Ventil v_1 (Bauart MAN) Dampf aus der Hochdruckdampfleitung dem Verteiler f_1 zu, wenn der Druck unter 10 at sinkt, während Ventil v_2 (Bauart AEG) den Druck im Verteiler f_2 nicht unter 7 at fallen läßt.

Damit der von 28 at auf 10 und 7 at entspannte Dampf nicht mit zu hoher Überhitzung zu den Verteilern f_1 und f_2 gelangen kann, sind hinter den Druckminderventilen selbsttätig wirkende Enthitzer e (Bauart Bayer) angebracht; sie vermindern die Dampftemperatur durch Verdampfen von eingespritztem Wasser, das der Kesselspeiseleitung entnommen wird, auf rd. 270°. Da die Rohrleitung zwischen den Dampfkühlern und den Verteilern sehr kurz ist, wurden zur restlosen Verdampfung des eingespritzten Wassers vor dem Eintritt in die Verteiler als Zerstäuber doppelte Siebe eingebaut. Alle Absperrteile in den zu den Verbrauchern führenden Dampfleitungen und alle Regelteile für das Mitteldruckdampfnetz sind in einem besonderen Gebäude vereinigt, Abb. 3, das in der Mitte zwischen Fördermaschine, Maschinenhalle und Dampfspeichern gelegen ist.

Während der Entnahmedampf, der ohne Speicherung zu den Verbrauchern des Verteilers f_2 strömt, eine Temperatur von rd 275° hat, würde der dem Ruthsspeicher entnommene Dampf im Mittel mit 175° zur Zweidruckturbine und zum Kompressor gelangen. Zum Ausgleich dieses Temperaturunterschiedes dient ein Überhitzungsspeicher (DRP 446281), der in die Dampfleitung zwischen Verteiler f_2 und dem Ruthsspeicher eingeschaltet ist. Er hat den Zweck, die für den Betrieb des Kompressors unzuträglichen Temperaturschwankungen zu vermindern, den Verschleiß der Niederdruckschaufeln in der Zweidruckturbine durch Verminderung der Dampffeuchtigkeit aufzuhalten und die Wirtschaftlichkeit dadurch zu steigern, daß nur überhitzter Dampf verwendet wird.

Dieser Überhitzungsspeicher, Abb. 4, ist ein Wärmeaustauscher, durch den der Dampf strömt, indem er einen Teil seiner Überhitzungswärme an Wasser abgibt, das unter hohem Druck steht. Wird der Dampf dann dem Ruthsspeicher mit rd. 175° entnommen, so nimmt er die vorher abgegebene Überhitzungswärme aus demselben Wärmeaustauscher wieder auf. Praktisch hat man dadurch rd. 40° Überhitzung erreicht. Eine kleine Pumpe wälzt das Wasser zwischen Wärmeaustauscher und einem Speichergefäß ständig um. Der gesamte Wasserinhalt des Überhitzungsspeichers beträgt rd. 5 m³. Unter der Voraussetzung, daß der Wärmeaustauscher beim Laden und Entladen die gleiche Wärmemenge aufnimmt und wieder abgibt, würde die mittlere Wassertemperatur rd. $(270 + 175) : 2 = 222{,}5°$ betragen.

Die Wassermenge ist so groß bemessen, daß die Wassertemperatur nur um rd. 10° schwankt. Auf diese Weise wird eine gleichmäßige Überhitzung erreicht, da das Temperaturgefälle zwischen Wasser und Dampf während der Entladung fast gleich bleibt. Da aber der dem Speicher entnommene Sattdampf wegen der wesentlich höheren Wärmedurchgangzahl mehr Wärme abführt, als dem Wasser zugeführt wurde, so würde die Wassertemperatur bei der Entladung bis dicht über die Sattdampftemperatur fallen. Damit trotzdem die Wassertemperatur auf der genannten Höhe bleibt, also gleich viel Wärme abgeführt und zugeführt wird, leitet man einen Teil des dem Ruthsspeicher entnommenen Dampfes nicht durch den Überhitzungsspeicher, sondern durch eine Umführung y, Abb. 2, mit Rückschlagklappe und Drosselventil unmittelbar in die zu den Verbrauchern führende Dampfleitung. Diese Verbindung hat ferner den Zweck, dauernd etwas Dampf durch den Ruthsspeicher strömen zu lassen, auch wenn er nicht entladen wird. Man verhindert so, daß sich das Wasser im Ruthsspeicher, wenn er längere Zeit nicht geladen und entladen wird, abkühlt und so unerwünschte Wärmespannungen hervorruft.

Abb. 3. Bedienungsbühne der Regelhauptstelle.

Der Abdampf der Fördermaschine, der Kokereien und des Kompressors wird für den Betrieb der Verdampferanlage, zur Heizung und zur Bereitung von Badewasser benutzt. Der Abdampfdruck wird durch ein mit Gewicht belastetes Überströmventil w_2 auf gleicher Höhe erhalten. Ein Abdampfspeicher (Bauart Harlé) nimmt den Überschußdampf auf, der in einer Zweidruckturbine Verwendung findet. Der Einbau des Überströmventils war notwendig, weil der Druck im Speicher für die Versorgung der Verbraucher, insbesondre für die weitverzweigte Heizanlage, nicht ausreichte.

Das gesamte Kondensat, soweit es ölfrei entfällt oder hinreichend entölt werden kann, wird in Behältern gesammelt, die unter Abdampfdruck stehen, und in die Speisewasserbehälter zurückgedrückt. Damit trotzdem Undichtheiten der Kondenstöpfe sofort bemerkt werden können, hat man in die Kondensat-Abflußleitungen Kondenstopfprüfer eingebaut. In eine Erweiterung der Kondensat-Abflußleitung ist eine Tauchhülse mit Thermometer eingeführt. Durch einen auf die Tauchhülse gesetzten großen Flansch wird für gute Wärmeabführung nach außen gesorgt. Obwohl die Temperatur von Wasser und Sattdampf gleich ist, ist die Temperatur in der Hülse um so höher, je mehr Dampf hindurchtritt, da die Wärme durch den Flansch stark nach außen abgeführt wird und um so schneller in die Hülse nachströmt, je größer die Wärmeübergangzahl an der Außenwand der Hülse ist,

Abb. 4
Überhitzungsspeicher (Wärmeaustauscher).

das heißt, je mehr Dampf mit dem Wasser vermischt ist. Legt man bei einem neu eingebauten Kondenstopf die Grenztemperaturen für den Durchtritt von Wasser und von Dampf fest, so bietet im Betriebe die jeweilige Anzeige des Thermometers einen zahlenmäßigen Maßstab für die Undichtheit des Kondenstopfes.

Kesselanlage

Abb. 5 bis 8, Tafel 1, geben einen Gesamtüberblick über das Kesselhaus mit angrenzenden Räumen und Mahlanlage. Die allgemeine Anordnung wurde in gemeinsamer Arbeit mit der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. (Hanomag) entworfen, die Bauunternehmerin für die gesamte Kesselanlage, einschließlich der Rohrleitungen und der Mahlanlage war. Bisher sind sechs Hanomag-Steilrohrkessel von je 600 m² Heizfläche, Abb. 9 bis 12, Bildblatt 1, aufgestellt. Das Gebäude, dessen Eisenkonstruktion von der Firma Eisen- und Hüttenwerke, A.-G., Bochum, geliefert wurde, ist so groß bemessen, daß bei weiterem Ausbau der Anlage noch sechs Kessel von der gleichen Größe Platz finden können.

Entsprechend dem anfallenden Brennstoff sind 4 Kessel mit Unterwind-Wanderrosten und Kohlenstaub-Zusatzfeuerung ausgerüstet, während 2 Kessel für reine Kohlenstaub- oder Gasfeuerung ausgebildet sind. Die Gasbrenner (Bauart Balcke) können je nach dem Überschuß an Kokereigas unabhängig von der Kohlenstaubfeuerung oder auch gleichzeitig mit ihr betrieben werden. Jeder Kessel verdampft nach der Gewährleistung im Dauerbetrieb normal 21 t/h und im Höchstfall 26,4 t/h bei 150 ° Speisewassertemperatur. Der Wasserinhalt jedes Kessels beträgt rd. 34 m³, die Verdampfoberfläche rd. 27,75 m². Zur Vorwärmung des Speisewassers dienen Glattrohr-Wärmefänge aus Gußeisen von 460 m² Rohroberfläche mit selbsttätig arbeitenden Schabern. Die Längsnähte der Kesseltrommeln sind geschweißt, die Böden genietet. Zur Verringerung der Wärmeverluste sind die Außenflächen des Kesselmauerwerks mit weißen Glasursteinen verblendet.

RZ786Z13

Abb. 16
Hanomag-Steilrohrkessel von 600 m² Heizfläche mit Kohlenstaubfeuerung der Kohlenscheidungs-Gesellschaft, Berlin.

Zur Kohlenstaubfeuerung entschloß man sich, abgesehen von der Möglichkeit, einen gleichmäßig hohen Wirkungsgrad zu erreichen, weil durch die Abscheidung des feinen Staubes mittels Windsichters in der Wäsche der Aschengehalt der Feinkohle herabgesetzt wird und die entfallenden Schlammengen geringer werden. Als ein wesentlicher Grund kam ferner die gute Anpassung der Kohlenstaubfeuerung an stark wechselnde Dampfentnahme hinzu. Auch die Wanderrostkessel werden durch die Kohlenstaub-Zusatzfeuerung beweglicher in der Feuerführung, wobei die Ausstrahlung der Kohlenstaubflamme die Entzündung des minderwertigen Brennstoffs unterstützt.

Da für die Beurteilung der jeweiligen Betriebslage das Hochdruck-Manometer allein nicht ausreicht, sind auf der oberen Bühne (Bedienung der Kohlenstaubfeuerung) noch Manometer angebracht, die den Druck im Ruthsspeicher anzeigen. Die Kohlenstaubfeuerungen wurden je zur Hälfte von der AEG, Abb. 13 bis 15, Bildblatt 2, und der Kohlenscheidungs-Gesellschaft, Berlin, Abb. 16 und 16a, geliefert. Bei reiner Kohlenstaubfeuerung wird die Sekundärluft durch Kanäle in den Seitenwandungen und der Stirnwand in den Feuerraum gesaugt. Im unteren Teil des Feuerraumes sind Kühlroste eingebaut, die an den Wasserkreislauf der Kessel angeschlossen sind und die Aufgabe haben, die aus dem Feuerraum herabfallenden Schlackenteilchen durch Abkühlung zu körnen, so daß sie nicht in den Aschentrichtern zusammenschmelzen und die Asche leicht durchfällt.

Damit auch bei Stillstand der Zuteilschnecken für Kohlenstaub infolge von Störungen des elektrischen Antriebes die Dampferzeugung aufrecht erhalten werden kann, übernehmen besondre Preßluftdüsen behelfsmäßig, wenn auch in unwirtschaftlicher Weise, die Zufuhr des Kohlenstaubes. Bei der Feuerung der Kohlenscheidungs-Gesellschaft kann man die Drehzahl des Drehstrommotors, der gemeinsam alle Kohlenstaubschnecken antreibt, durch Vorschaltwiderstand auf 30 vH verringern, bei der AEG-Feuerung kann man die Drehzahl der drei einzeln angetriebenen Schnecken mittels Stufenscheiben bis auf rd. 66 vH herabsetzen.

Die Hanomag hatte unter Einschluß von Überhitzer und Wärmefang bei normaler Leistung (21 t/h) der Kessel als Wirkungsgrad 82 vH, und bei der höchsten Dauerleistung (26,4 t/h) als Wirkungsgrad 78 vH unter der Voraussetzung gewährleistet, daß für die Wanderroste ein Gemisch von 30 vH Koksasche, 16 vH Mittelkohle und 54 vH Nußkohle mit einem unteren Heizwert von 6160 kcal/kg und nicht mehr als 10 vH Aschengehalt, für die Kohlenstaubfeuerung Staub mit einem unteren Heizwert von 6800 kcal/kg und höchstens 4 vH Feuchtigkeit und 14 vH Asche verwendet würden. In Zahlentafel 1 sind für einen Kessel mit Kohlenstaubfeuerung und für einen Kessel mit Wanderrost- und Kohlenstaub-Zusatzfeuerung die Ergebnisse der Abnahmeversuche wiedergegeben, die der Dampfkessel-Überwachungsverein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund ausgeführt hat

Abb. 5. Längsschnitt.

Abb. 7. Querschnitt.

Abb. 6. Grundriß.
Für die Abmessungen de
Kohlenmahlanlage *h* gelten
Maßzahlen.

Abb. 8. Querschnitt.

a bis *f* Hanomag-Steilrohrkessel
g Maschinenhaus
h Kohlenstaub-Mahlanlage
i Bunker für Förderkohle
k „ „ Staubkohle

Abb. 5 bis 8. Kesselhaus mit angrenzenden Räumen.

Dettenborn: Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV in Gerthe bei Bochum

Abb. 5. Längsschnitt.

Abb. 7. Querschnitt.

Abb. 6. Grundriß.
Für die Abmessungen der Kohlenmahlanlage *h* gelten die Maßzahlen.

Abb. 8. Querschnitt.

a bis *f* Hanomag-Steilrohrkessel
g Maschinenhaus
h Kohlenstaub-Mahlanlage
i Bunker für Förderkohle
k „ „ Staubkohle

Abb. 5 bis 8. Kesselhaus mit angrenzenden Räumen.

Dettenborn: Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV in Gerthe bei Bochum

Abb. 9
Hauptbedienungsbühne des Kesselhauses
mit sechs Hanomag-Steilrohrkesseln von je 600 m² Heizfläche

Abb. 10
Innenansicht: links vier Kessel mit Wanderrost und Kohlenstaub-Zusatzfeuerung, rechts zwei Kessel mit Kohlenstaub- und Gasfeuerung

Abb. 11
Obertrommeln der Kessel

Abb. 12
Rauchgas-Speisewasservorwärmer und Hauptdampfleitungen

Dettenborn: Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV in Gerthe bei Bochum

Abb. 13
Bedienungsbühne der AEG-Kohlenstaub-Zusatzfeuerung

Abb. 18
Rema-Kohlenmühlen

Abb. 14
Bedienungsbühne der reinen Kohlenstaubfeuerung der AEG

Abb. 19
Obere Bühne der Kohlenstaub-Mahlanlage (Exhaustor, Kinyon-Pumpe)

Abb. 15
Feuerraumdecke eines Kessels mit reiner Kohlenstaubfeuerung der AEG

Abb. 20
Verdampferanlage

Abb. 16 a (links)
Hanomag-Steilrohrkessel mit Unterwind-Wanderrost und Kohlenstaub-Zusatzfeuerung der Kohlenscheidungs-Gesellschaft m. b. H., Berlin.

a Staubbunker
b Zubringer
c Staubfallrohr
d Erstluftbläser
e Kohlenstaubbrenner
f Deckenkühlung
g Wasserzulauf zu *f*
h Rückwandkühlung
i Wasserzulauf zu *h*
k Zweitluftkanäle
l Eintritt der Zweitluft
m Wanderrost.

Die Mahlanlage, Abb. 17 sowie Abb. 18 und 19, Bildblatt 2, ist getrennt vom Kesselhaus in einem Gebäude untergebracht. Sie besteht aus zwei Rema-Dreiwalzenringmühlen von je 6 t/h Normalleistung bei 15 vH Feinheit auf dem 4900 Maschen-Sieb. Der in der Wäsche durch einen Windsichter abgesogene Rohstaub gelangt über Gummiförderbänder zu den Vorratbehältern in der Mahlanlage und von hier zu den Aufgabe-Vorrichtungen (Kulissenwalzen). Er wird durch einen Exhaustor zu einem Windsichter abgesogen. Der feine Staub wird hier abgeschieden und gelangt unmittelbar zu den Feinstaubbunkern, während das gröbere Gut in die Mühlen fällt. Aus den Mühlen gelangt der Staub wieder in die Leitung zu den Windsichtern und läuft so lange um, bis er bei genügender Feinheit durch die Windsichter in die Staubbunker gelangt. Die Förderluft wird durch einen Bunker gesogen, wo sie durch Verringerung der Geschwindigkeit und Richtungswechsel Staub abscheidet, und dann durch ein Beth-Filter, wo auch der feinste Staub praktisch restlos abgeschieden wird.

Eine Fuller-Kinyon-Pumpe schafft den Staub in die Bunker vor den einzelnen Kesseln. Die Ventile in der Kohlenstaubleitung haben elektro-pneumatische Fernsteuerung. Auf einer Tafel in der Mahlanlage sind die Schalter und Signallampen angebracht, die durch Quecksilberkontakt-Pendel betätigt werden und jeweilig den

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Abnahmeversuche an zwei Dampfkesseln verschiedener Bauart.

Dauer des Versuches		7 h 40 min		7 h 38 min	
Bauart des Kessels		Steilrohr (Hanomag)			
„ der Feuerung		KSG-Staubfeuerung		Wanderrost mit AEG-Kohlenstaub-Zusatzfeuerung	
Brennstoff: Art		Staubkohle		Nuß IV . . . . . 56,17 vH; Koksasche . . . . 15,73 „; Schlamm . . . . 15,73 „; Kohlenstaub . . . 12,37 „	
Brennbares	vH	83,96		83,12	
Wasser	„	2,54		8,77	
Asche	„	13,50		8,11	
Heizwert, oberer	kcal/kg	7 058		7 050	
„ unterer	„	6 812		6 776	
Wasser: Verdampft im ganzen	kg	136 710		195 029	
Wasser: „	kg/m²h	29,25		42,58	
Wasser: Temperatur vor dem Vorwärmer	°C	70		52	
Dampf: Überdruck hinter dem Überhitzer	at	26,0		28,0	
Dampf: Temperatur „ „ „	°C	405		397	
		links	rechts	links	rechts
Heizgase: Ende Kessel, Gehalt an CO_2	vH	15,0	14,5	—	13 2
Heizgase: „ „ O_2	„	4,2	4,6	—	6,1
Heizgase: Ende Vorwärmer, Gehalt an CO_2	„	13,6	13,6	11,8	11,8
Heizgase: „ „ O_2	„	5,6	5,7	7,6	8,0
Heizgase: Temperatur am Ende Vorwärmer	°C	197	171	221	229
Heizgase: Luftüberschuß	fach	1,37		1,59	
1 kg Brennstoff verdampft	kg	7,94		7,47	
desgl., bezogen auf Dampf von 640 kcal	„	8,74		8,38	

	H_u kcal	H_u vH	H_o kcal	H_o vH	H_u kcal	H_u vH	H_o kcal	H_o vH
Nutzbar gemacht:								
a) zur Dampfbildung	4285	62,90	4285	60,71	4050	59,77	4050	57,45
b) „ Überhitzung	858	12,59	858	12,15	770	11,36	770	10,92
c) „ Vorwärmung des Speisewassers	453	6,65	453	6,42	546	8,06	546	7,74
Summe 1:	5596	82,14	5596	79,28	5366	79,19	5366	76,11
Verloren:								
a) im Kamin durch freie Wärme der Rauchgase	547	8,03	793	11,24	717	11,02	1021	14,49
b) in den Herdrückständen durch unverbrannte Teile	62	0,91	62	0,88	77	1,14	77	1,09
c) in der Flugasche durch unverbrannte Teile	—	—	—	—	57	0,84	57	0,81
d) durch Leitung, Strahlung usw. als Rest	607	8,92	607	8,60	529	7,81	529	7,50
Summe 2:	1216	17,86	1462	20,72	1410	20,81	1684	23,89
Summe 1 und 2:	6812	100,00	7058	100,00	6776	100,00	7050	100,00

Abb. 17
Querschnitt durch die Mahlanlage.

Abb. 21. Wirkungsweise der Verdampferanlage.

a Verdampfer	*g* Dampfstrahlpumpe
b Heizdampfleitung	*h* Vakuum-Schleuderpumpe
c Kühlwasserpumpe	*i* Regelventil
d Brüdenkondensator (vom Destillat gekühlt)	*k* Rohwasserzuleitung
e Brüdenkondensator (vom Kühlwasser gekühlt)	*l* Kühlwasserleitung
f Vorwärmer	*m* Destillatbehälter
	n Oxydationsfilter
	o Kondensatleitung

Kohlenstaubstand in den einzelnen Bunkern erkennen lassen. Die Förderluft wird bei einem Kessel vom Hauptluftventilator abgesogen, im übrigen durch die Beth-Filter gesogen, so daß keine Staubbelästigung eintreten kann.

Die Schlacken werden bei allen Kesseln in einen Sumpf fortgespült, aus dem sie ein Greiferkran in Bunker hebt. Aus den Bunkern werden sie in Förderwagen abgezogen und als Bergeversatz in die Grube gefahren. Die Flugasche wird pneumatisch beseitigt.

An Speisepumpen sind vorhanden: Eine Dampf-Turbopumpe von 4200 l/min und zwei elektrisch angetriebene Pumpen für je 2100 l/min. Als letzte Aushilfe bei ungenügendem Dampfdruck dient eine kleine Dampf-Kolbenpumpe für Dampf von 10 at. Die Speisung wird selbstätig durch Hannemann-Regler gesteuert. Heruntergezogene Wasserstandzeiger gestatten den Heizern, den Wasserstand auf der unteren Bühne zu überwachen. Warnpfeifen melden zu hohen und zu niedrigen Wasserstand.

Zum Entschlämmen der Kessel dient ein besondrer Behälter, der zunächst mit dem Dampfraum und, wenn er auf etwa Betriebsdruck aufgeladen ist, mit dem Wasserraum des Kessels verbunden wird. Nach dem Abschalten des Behälters vom Kessel entspannt man den Inhalt durch eine kleine Verbindungsleitung, in die zur Begrenzung der Dampfgeschwindigkeit ein Drosselring eingebaut ist, in das Abdampfnetz. Auf die Weise wird ein Teil des Abschlämmwassers und seiner Wärme wiedergewonnen.

Zur Speisewasserbereitung dient eine Dreifach-Verdampferanlage von Balcke, Bochum, Abb. 20, Bildblatt 2, und 21. Die Verdampfer mit leicht ausziehbaren Heizrohrbündeln arbeiten mit Unterdruck. Der erste Verdampfer wird mit Abdampf von 0,2 at beheizt. Die hintereinander geschalteten Verdampfer sind liegende, zylindrische Kessel, in deren geräumigen Domen die Wasserabscheider für die entwickelten Brüden untergebracht sind. Eine Vakuumpumpe fördert das gesamte Destillat in die unter Dampfdruck stehenden Speisewasserbehälter. Die Brüden des letzten Verdampfers werden in zwei hintereinander geschalteten Kondensatoren niedergeschlagen. Durch einen von ihnen fließt nur das Kondensat der Turbinen, während der andere mit Wasser aus dem Kondensations-Kühlkreislauf beschickt wird, das nach dem Balcke-Bomsel-Verfahren geimpft ist und nach dieser Vorwärmung zum größten Teil zu den Verdampfern geleitet wird.

Hinter dem ersten Brüdenkondensator fließt das Turbinenkondensat noch durch einen Oberflächen-Wärmeaustauscher, worin es durch den Abdampf der die Brüdenkondensatoren entlüftenden Dampfstrahlpumpe und Maschinenabdampf weiter bis auf 90° erwärmt wird. Die Verwendung von geimpftem Wasser für die Verdampfung vermindert die Gefahr der Kesselsteinbildung sehr stark, da das Impfen das Ausfallen der kohlensauren Härtebildner auf den Verdampferheizflächen überhaupt verhindert, während sich die schwefelsauren Härtebildner wegen der niedrigen Temperaturen nicht niederschlagen können. Damit sich die Verdampfer nicht mit Verunreinigungen anreichern, werden ständig etwa 20 vH des zu verdampfenden Wassers abgelassen. Dieses Wasser findet in der Schlackenspülanlage Verwendung. Im Winter wird seine Wärme vorher erst für die Beheizung der Kohlentiefbunker ausgenutzt.

Das Mischen des Brennstoffs, das für einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb unerläßlich ist, erfolgt in einer von der Firma Eisen- und Hüttenwerke, A.-G., Bochum, gelieferten Anlage. Aus sechs Tiefbunkern werden die Brennstoffarten durch Abstreichteller abgezogen und zunächst übereinandergeschichtet mit Hilfe von Plattenbändern in eine Mischschnecke gefördert. Eine besonders kräftige Mischung wird durch Aussparungen in der Schnecke erreicht. Ein Becherwerk fördert dann den Brennstoff zu den Bändern, von denen er mit Hilfe von Abwurfwagen in die Vorratbunker im Kesselhaus gelangt. Nußkohlen werden unmittelbar aus der Wäsche auf Bändern den Hauptförderbändern zugebracht. Damit sich der auf diese Weise ganz einwandfrei gemischte Brennstoff in den Bunkern nicht wieder entmischt, sind Einbauten in den Kesselbunkern vorhanden, die verhindern, daß grobstückige Teile seitlich herabfallen.

Die Rohrleitungen für Dampf, Wasser und Preßluft sind fast ohne Ausnahme in großen, begehbaren Kanälen untergebracht. Die Mitteldruck-Dampfleitungen sind in weitem Maße geschweißt, die Hochdruckleitungen zum Teil geschweißt, im übrigen aber durch aufgewalzte und aufgenietete Flansche miteinander verbunden. Als Dichtungen für Hochdruckleitungen dienen Götze-Ringe mit graphitierter Asbesteinlage, die sich bisher sehr gut bewährt haben. Der Hauptdampfkanal, der das Kesselhaus mit der Maschinenhalle verbindet, führt die warme Luft aus dem Keller der Maschinenhalle nach weiterer Erwärmung im Kanal zum Kesselhaus, wo sie durch Unterwindgebläse angesogen wird. Kühlluft dringt in den Maschinenhauskeller durch den Kabelkanal nach, der das Schalthaus mit der Maschinenhalle verbindet.

(Schluß folgt.) [B 786]

Die Ausstellung von Nutzkraftwagen in London

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin

Überblick über den Stand der Bauarten für schwere Kraftwagen in England: Motoren, Dampfwagen, elektrischer und benzinelektrischer Betrieb; Antrieb des Fahrgestells, Getriebe mit selbsttätiger Veränderung des Übersetzungsverhältnisses; Dreiachskraftwagen.

Die internationale Nutzkraftwagen-Ausstellung, die die Society of Motor Manufacturers and Traders vom 17. bis 26. November 1927 in der Olympia-Halle zu London veranstaltete, bot, obgleich sie sich weder an Umfang noch an Besucherzahl mit der letzten Ausstellung dieser Art in Köln messen konnte, namentlich einen guten und vollständigen Einblick in den heutigen technischen Stand und die wichtigsten Bestrebungen des englischen Nutzkraftwagenbaues. Auch die Beteiligung des Auslandes an dieser Ausstellung genügte, um lehrreiche Vergleiche anstellen zu können. Unter den Ausstellern von Fahrzeugen, die der amtliche Katalog verzeichnet, finden sich etwa 25 Namen von ausländischen Firmen, deren Erzeugnisse allerdings fast ohne Ausnahme durch englische Gesellschaften ausgestellt wurden. Am stärksten waren französische Firmen vertreten. Von deutschen Fahrzeugherstellern hatte nur die Firma Daimler-Benz-A.-G. ausgestellt. Ihre Erzeugnisse fanden aber große Beachtung; auch das Entgegenkommen der Geschäftstelle und der Aussteller deutschen Berichterstattern gegenüber ließ nichts zu wünschen übrig.

Abb. 1
Sechszylinder-Einschiebermotor, Bauart Burte-Mc Cullum, von 105/150 mm, von Karrier Motors Ltd.

Abb. 2
Ölkühler aus Leichtmetall des Burte-Mc Cullum-Motors.

Motoren

Wenn man versuchen will, das auf der Ausstellung Gezeigte mit einigen wenigen Worten zu kennzeichnen, so kann man sagen, daß die Konstrukteure der Motoren im allgemeinen dem bekannten Bestreben folgen, höhere Leistungen bei geräuschlosem Gang und bei höherer Lebensdauer zu erzielen. Die Motoren weisen daher die gleichen Merkmale auf, die man namentlich bei den neueren amerikanischen Motoren kennen gelernt hat: Sechs in einem Block zusammengegossene Zylinder mit seitlich eingeordneten stehenden Ventilen, möglichst oft gelagerten Kurbelwellen und vielen Hilfseinrichtungen zur Sicherung gegen Abnutzung. Auch Blockbauarten von Motor und Getriebe konnte man vielfach sehen, obgleich hier die Ansichten noch nicht einheitlich sind. Beispielsweise ist auch bei dem neuesten Fahrgestell der Associated Daimler Co., London, der Sechszylinder-Doppelschiebermotor, Bauart Knight, der bei 97 mm Zyl.-Dmr., 130 mm Hub und 3000 Uml./min mehr als 100 PS leistet, von dem Getriebekasten, der in der Mitte des Rahmens eingebaut ist, völlig ge-

Abb. 3 und 4. Sechszylindermotor von 110/130 mm der Maudslay Motor Co.

Abb. 5
Sechszylindriger Fahrzeug-Dieselmotor von 105/165 mm der Daimler-Benz-A.-G.

trennt; infolgedessen muß der mit der Steuersäule verbundene Schaltbock durch eine lange Gelenkwelle an das Getriebe angeschlossen werden.

Das gleiche gilt von dem nach der bekannten Einschieberbauart von Burte-Mc Cullum ausgeführten Sechszylindermotor von 105/150 mm des neuen Niederrahmen-Dreiachsomnibusses von Karrier Motors Ltd., Huddersfield, Abb. 1, der bei 1400 Uml./min 80 PS leistet und außer dem sonst üblichen Zubehör und einem Kompressor für die Luftreifen auf der rechten Seite des Zylinderblocks noch einen Ölkühler aus Leichtmetall trägt, s. Abb. 2. Unter den vom üblichen abweichenden Motoren wäre noch der neue Sechszylindermotor von 110/130 mm der Maudslay Motor Co., Coventry, Abb. 3 und 4, zu erwähnen, dessen Ventile unter 45° hängend angeordnet sind und durch getrennte, oben liegende Steuerwellen mittels einfacher, an den Steuernocken gleitender Winkelhebel angetrieben werden. Der Motor hat zwei wagerecht abgeschnittene Zylinderköpfe mit fast genau kugeligen Verbrennungsräumen. Die Kurbelwelle ist, wie übrigens bei den meisten neueren Motoren, siebenmal gelagert. Der Sechszylindermotor von 110/150 mm und 105 PS bei 1600 Uml./min des neuen Niederrahmen-Omnibusses von A. Saurer, Arbon, hat außerdem noch einen besonderen Dämpfer, damit die Drehschwingungen der Kurbelwelle gemildert werden, obschon es sich hier um ausgesprochen langsam laufende Motoren handelt.

Daß ungeachtet der fortschreitenden Vereinheitlichung der Konstruktionen manche englische Firmen immer noch an Sonderbauarten der Motorsteuerung festhalten, erklärt sich vor allem aus dem Bestreben, Motoren mit geschlossenem Verbrennungsraum zu gewinnen, die hohe Verdichtungsgrade ohne Klopfgefahr zulassen. Das ist aber wohl auch die einzige Rücksicht, die man im neueren englischen Motorenbau im allgemeinen auf die neueren Brennstoffprobleme im Kraftfahrzeugwesen nimmt; von den Versuchen mit Ersatzbrennstoffen war dagegen auf der Ausstellung wenig zu merken. Im Gegensatz hierzu stand der von der Daimler-Benz-A.-G., Untertürkheim, ausgestellte schnellaufende Dieselmotor, Abb. 5 und 6, mit 6 Zylindern von 105/165 mm und rd. 80 PS Leistung bei 1300 Uml./min, dessen Einspritzpumpen von R. Bosch A.-G. hergestellt sind und der nach dem alten Viertakt-Vorkammerverfahren von Benz & Cie. arbeitet. Der Motor war in ein 5 t-Fahrgestell mit dem neuen Stirnradnaben-Antrieb der Daimler-Benz-A.-G. eingebaut, das mit Unterdruck-Vierradbremse von Bosch-Dewandre ausgerüstet war.

Von den Einzelheiten der Motoren seien besonders die Fortschritte erwähnt, die die Anwendung von Leichtmetallen namentlich bei den Kolben aufzuweisen hat. Die Associated Daimler Co. stellte u. a. ein zweiachsiges Fahrgestell von 5,25 m Achsstand mit Sechszylinder-Schiebermotor von 81,5/114 mm aus, das für Eindeckomnibusse bestimmt ist und infolge der Verwendung von Leichtmetall für alle Motorträger, Federböcke, Steuergehäuse, Federgestänge, Bremsschuhe usw. nur 2740 kg wiegt. Ferner sind elektrische Licht- und Anlasser-Anlagen bei allen neueren Motoren schon im Entwurf vorgesehen. Unter den selbsttätigen Schmiereinrichtungen für Motoren sei eine vereinigte Frischöl- und Umlauföl-Schmierung von Saurer genannt, deren Doppelpumpe sehr einfach ausgebildet ist.

Dampfwagen

Eine größere Rolle als die Motoren für Ersatzbrennstoffe spielen, wie jeder Besucher Englands schon auf den Straßen sehen kann, noch heute die Kraftwagen mit Dampfbetrieb. Das erklärt sich ohne weiteres, wenn man bedenkt, daß die Brennstoffkosten solcher Fahrzeuge unverhältnismäßig niedriger als die von Kraftwagen mit Verbrennungsmotoren sind, daß ferner Dampfwagen wegen ihrer viel einfacheren Bauart auch wesentlich billiger ver-

Abb. 6
Schnitt durch den Zylinderkopf des Fahrzeug-Dieselmotors von Daimler-Benz.

Abb. 7
Dampferzeuger des Atkinson-Dampfwagens.

kauft werden können, und daß auch die Lebensdauer der massig gebauten Dampfwagen hoch ist. Allerdings eignen sich Dampfwagen nur für Betriebe, bei denen man das verhältnismäßig große Gewicht, das Geräusch und die Beschränkungen in Betriebsbereitschaft, Reichweite und Geschwindigkeit in den Kauf nehmen kann. Solche Betriebe gibt es offenbar in England noch genug, um eine ganz ansehnliche Industrie lebensfähig zu erhalten.

In der Bauart solcher Dampfwagen hat sich seit Jahren grundsätzlich nichts geändert. Kennzeichnend ist nach wie vor der stehend, längs oder quer liegend oder neuerdings auch geneigt angeordnete Rauchröhrenkessel, der, wie z. B. Abb. 7 erkennen läßt, zumeist mit einem Überhitzer verbunden wird und bei dem vor allem auf die Möglichkeit, den Feuerraum schnell zu reinigen, großer Wert gelegt wird. Kennzeichnend ist ferner die verhältnismäßig langsam laufende, zumeist zweikurbelige Dampfmaschine. Eine übrigens auch schon einige Jahre bekannte Neuerung auf diesem Gebiet bedeutet die doppeltwirkende Gleichstrom-Dampfmaschine der Atkinson Walker Waggons, Ltd., Preston, Abb. 8, deren Einlaß in sehr einfacher Weise durch Kugeln gesteuert wird.

Mittels eines Zahnrades auf der Kurbelwelle und eines langen, bei schnellem Fahren entsprechend geräuschvoll schwingenden Kettentriebes bewegt diese Maschine die Treibachse, Abb. 9, auf der das große Kettenrad *a* mit einer Getriebebremse *b* versehen ist und als angetriebener Stern eines Ausgleichgetriebes wirkt. Das eine Seitenrad *c* dieses Getriebes ist mit einem Flansch der ungeteilt durchgehenden Achse, das andre Seitenrad *d* mit der Nabe des auf dieser Achse lose drehbaren Hinterrades *e* verbunden. Beide Hinterräder können gleichzeitig gebremst werden.

In der Durchbildung der Fahrzeuge, namentlich mit Bezug auf die Steigerung der Tragfähigkeit, sind jedoch auch die Hersteller der Dampfwagen dem allgemeinen Zuge gefolgt. Die meisten von ihnen bauen heute auch dreiachsige Wagen, indem sie entweder, wie z. B. Atkinson, die dritte Achse mit der entsprechend großen Ladeplattform an einen kurz gebauten zweiachsigen Schlepper anhängen, oder, wie Fodens Ltd., Sandbuch, zwei fest verbundene Hinterachsen verwenden, von denen jedoch nur die vordere getrieben wird, oder endlich, wie z. B. die Sentinel Waggon Works, Shrewsbury, von der durch die Maschine angetriebenen mittleren Achse zwei weitere Ketten zu der hinteren Achse führen.

Alle diese Fahrzeuge erreichen so Nutzlasten von 10 bis 15 t ohne einen Anhänger, der weitere 5 bis 6 t aufnehmen kann, sind also an Ladefähigkeit durch Wagen mit Verbrennungsmotoren kaum zu übertreffen. Dabei ist der Brennstoff billig, da gewöhnliche Steinkohle verfeuert werden kann. Ein Foden-Dreiachser verbraucht auf gewöhnlicher Straße mit 12 t Nutzlast auf einer Strecke von 124,8 km etwa 200 kg Kohle, d. h. auf 100 km rd. 160 kg.

Fahrzeuge mit Dampfbetrieb in der Gestalt von Schleppern oder von Straßenwalzen spielen ferner namentlich bei dem an Umfang und Bedeutung außerordentlich schnell zunehmendem S t r a ß e n b a u eine wichtige

Abb. 8
Gleichstrom-Dampfmaschine des Atkinson-Dampfwagens.

Abb. 9
Hinterachsantrieb des Atkinson-Dampfwagens.
a großes Kettenrad *b* Getriebebremse *c, d* Seitenräder des Getriebes *e* lose drehbares Hinterrad

Abb. 10 und 11
5 t-Lastkraftwagen von M. Berliet mit Sauggasbetrieb.
a Gaserzeuger *b* Kühler *c* Gasreiniger *d* Gebläse *e* Mischdüse

Abb. 12
Imbert-Sauggaserzeuger.

a Gaserzeugerschacht
b Schutzmantel des Rostes
c Brennstoffbehälter
d Lufteinlaß
e Luftdüsen
f Luftzutritt
g Rost
h, i, m Reinigungstüren
k Gasaustritt
l Fülltür

Abb. 13 und 14
Gasreiniger nach Imbert.

Rolle. Schon dieser Umstand müßte dazu beitragen, auch bei uns dem Dampfbetrieb bei Kraftfahrzeugen größere Beachtung zu schenken. Auf einschlägige Bauarten habe ich in dem Bericht über die Ausstellung für öffentliche Arbeiten, Straßen- und Förderwesen hingewiesen, die vom 14. bis 19. November 1927 in der Landwirtschaftlichen Halle, London, stattgefunden hat, s. VDI-Nachrichten 1927 Nr. 49.

Sauggasbetrieb

Fahrzeuge mit Sauggasbetrieb waren auf beiden erwähnten Ausstellungen zu sehen, allerdings in beiden Fällen nur Anlagen der Bauart Imbert, die die Firma M. Berliet, Lyon, herstellt. In der Nutzkraftwagen-Ausstellung führte die Firma selbst einen 5 t-Lastkraftwagen dieser Art, Abb. 10 und 11, vor. Der Gaserzeuger, Abb. 12, wird nur mit Holzabfällen beschickt und mittels eines kleinen Handgebläses angefacht, bevor der Motor, der mit Benzin anläuft, auf Gasbetrieb umgestellt werden kann. Die unter dem Einfluß der Saugwirkung des Motors bei *f* eintretende Luft gelangt über ein Ringrohr *d* in den Feuerraum des Generators, aus dem bei *k* das Gas abgesaugt wird.

Vor dem Eintritt in den Motor strömt das Gas durch die im Fahrzeugrahmen gelagerten, hintereinander geschalteten Reiniger, wie aus Abb. 13 und 14 ersichtlich, glatte Zylinder mit gelochten und durch Rohrstücke im richtigen Abstand erhaltenen Böden ohne jede besondere Reinigermasse, die in kurzen Zwischenräumen erneut werden müßte. Da sich aus dem Gas beim Durchgang durch die Reiniger Wasser niederschlägt, muß man die Zylinder von Zeit zu Zeit mittels der dazu vorhandenen Hähne entleeren.

Wegen seiner Billigkeit bringt man dem Sauggasbetrieb, der heute in Frankreich schon eine industrielle Bedeutung erlangt hat, auch in England Beachtung entgegen. Beweis dafür dürfte sein, daß die Firma Barford & Perkins, Peterborough, in der Straßenbauausstellung eine 15 t-Straßenwalze mit Sauggasbetrieb der gleichen Bauart vorgeführt hat. Diese Straßenwalze soll bei einer 134,4 km langen Überführungsfahrt bei 23 h 40 min reiner Fahrzeit (30 h 25 min gesamter Fahrtdauer) im ganzen nicht mehr als rd. 280 kg Holz und 4 l Benzin verbraucht haben.

Elektrischer Betrieb

Die Ausstellung ließ erkennen, daß man in England, ganz abgesehen von den Elektrokarren, auch dem elektrischen Omnibusbetrieb größere Beachtung schenkt als bei uns. Offenbar gibt es in England noch so manche kleine

Abb. 15 bis 17
Benzin-elektrisch angetriebenes Fahrgestell für Deckomnibusse von Tilling-Stevens Motors.

Abb. 16 und 17

Omnibus mit Zahnradantrieb

Omnibus mit benzin-elektrischem Antrieb

Abb. 18 und 19
Vergleich der Beschleunigungen und Verzögerungen bei einem Omnibus mit Zahnradgetriebe und einem benzin-elektrischen Omnibus.

lektrische Straßenbahn, der es durch Aufgabe des in der rhaltung zu kostspieligen Schienenweges und Beibehalıng der elektrischen Fahrleitung wirtschaftlich leichter illt, zu dem beweglicheren und billigeren Omnibusbetrieb berzugehen. Ein dreiachsiger Wagen dieser Art mit berdeckten Dachsitzen von Ransome, Sims & Jefferies, pswich, der 60 bis 68 Sitzplätze aufnehmen kann und ähnch wie andre Dreiachswagen, von einem in der Längschse des Rahmens gelagerten Elektromotor über zwei chneckenvorgelege angetrieben wird, lieferte den Beweis, aß sich auch der elektrische Antrieb allen neueren Betrebungen im Bau von Großomnibussen mit niedrigem ahmen anpassen läßt. Zur Verminderung der Bauhöhe at der Motor, der bei 1000 Uml./min 65 PS leistet, in inem gemeinsamen Gehäuse zwei Anker, die man parallel der in Reihe schalten kann.

Neben dem reinen elektrischen Betrieb war ferner der enzin-elektrische Betrieb durch die auf diesem Gebiet seit 907 bekannte Firma Tilling-Stevens Motors, Maidstone, ertreten. Das neueste Erzeugnis dieser Firma, deren)mnibusse seit vielen Jahren im Londoner Verkehr geaufen sind, ist ein dreiachsiges von einem verhältnismäßig leinen Elektromotor in der Mitte des Rahmens angetrieenes Fahrgestell für Deckomnibusse von 7 t Tragfähigeit bei rd. 5 t Eigengewicht, s. Abb. 15 bis 17. Den Strom iefert die Motor-Dynamoanlage im vorderen Teil des Rahmens, die bei 1000 Uml./min etwa 60 PS, bei 2000 Uml./min 3 PS leistet. Der Wagen hat Westinghouse-Druckluftremsen; der Fußhebel betätigt die Bremsen an den Hinterädern, ein Handhebel unabhängig davon die Bremsen an len Vorderrädern. Als Notbremse dient eine weitere Handremse, die auf die Vorderräder wirkt.

Lehrreich ist ein Vergleich der in Abb. 18 und 19 wiedergegebenen Aufnahmen der Beschleunigungen und Verzögerungen mittels eines Beschleunigungsmessers von Vimperis bei einem Omnibus mit Zahnradgetriebe und inem benzin-elektrischen Omnibus unter genau den gleihen Fahrtverhältnissen. Während bei dem Getriebemnibus die stoßartig wirkenden Beschleunigungen und lementsprechend auch die Drehmomente in den Wellen owie die Zugbeanspruchungen in den Reifen der Hinterader bei jedem Anfahren bis auf 2,5 m/s² steigen, ereichen sie beim benzin-elektrischen Omnibus kaum m/s². Im Gegensatz hierzu sind die Verzögerungen urch das Bremsen bei beiden Fahrzeugen ziemlich gleich, la die Bremsen unmittelbar auf die Hinterräder wirken.

Antrieb des Fahrgestells

Bei den meisten ausgestellten Fahrzeugen waren für ie Übertragung des Motordrehmoments auf das Wechseletriebe Scheibenkupplungen vorhanden, die sich höchstens in der Art der Übertragung des Federdruckes oder in der Anzahl der parallelen Reibflächen unterscheiden. Kegelkupplungen waren nur ausnahmsweise, dagegen in größerer Zahl bei den Fahrzeugen des Straßenbaues zu sehen, bei denen man mit unvorsichtigerer Handhabung zu rechnen hat.

Auch bei den Wechselgetrieben, die bei den größeren Omnibussen allgemein vier Gänge erhalten, war kaum etwas vom üblichen Abweichendes zu sehen, es sei denn, daß man es schon als Abweichung vom üblichen ansieht, daß bei Schleppern mit Vierradantrieb mehrere Antriebwellen an das Getriebegehäuse angeschlossen werden müssen. Die einzige wesentliche Neuerung auf diesem Gebiete zeigte auf dem Stande der Aktiebolaget Spontan, Stockholm, der Erfinder eines neuen Wechselgetriebes mit selbsttätiger Veränderlichkeit des Übersetzungsverhältnisses, Fredrik Ljungström, der Bruder des bekannten Konstrukteurs von Dampfturbinen.

Dieses Getriebe, das Abb. 20 in einem Kraftwagen eingebaut und Abb. 21 in seinen Hauptteilen offen zeigt, beruht in der Hauptsache darauf, daß eine Klemmkupplung zwischen dem Motor und der die Hinterachse treibenden Kardanwelle durch zwei Schwunggewichte beein-

Abb. 20
Getriebe mit selbsttätig veränderlicher Übersetzung von F. Ljungström, im Wagenrahmen eingebaut.

Abb. 21
Hauptteile des Ljungström-Getriebes.

Abb. 22. Schnitt durch das Ljungström-Getriebe.

a Schwunggewichte *b* Exzenter *c* äußere Hülse *d* Klemmwalzen *e, f* Hülsen zur Führung von *g* und *h* *g* Kardanwelle *h* Schwungmasse

flußt wird, die mit dem Motorschwungrad umlaufen und deren Fliehkraft zwei auf der Kardanwelle sitzende Exzenter verstellt. Da diese Fliehkraft das Vorzeichen wechselt, je nachdem, ob sich die Gewichte zur Mitte hin oder von der Mitte weg bewegen, so ist mit dem Getriebe noch eine Schwungmasse verbunden, die diese Kraftwechsel ausgleichen soll.

Die baulichen Einzelheiten de Getriebes sind der Schnittzeich nung, Abb. 22, zu entnehmen. Di Schwunggewichte *a* wirken au Exzenter *b*, deren Ringe auf Kugel laufen, und beeinflussen eine Hüls *c*, die mittels langer Klemmwalzen die Hülsen *e* und *f* aufnimmt. Durc Verstellen des Käfigs, in dem di Walzen gelagert sind, kann man de Drehsinn der Hülsen *e* und *f* un damit die Fahrtrichtung des Wagen verändern. Die Hülse *e* ist mit de Kardanwelle *g*, die Hülse *f* mit de Schwungmasse *h* verbunden.

Über die Wirkungsweise des Ge triebes und über seine Aussichte im Kraftwagenbau kann man sic vorläufig kaum ein Urteil bilden, zu mal noch keine verständliche Be schreibung vorliegt[1]). Gegenübe ähnlichen Antrieben von Constanti nesco oder de Lavaud scheint de vorliegende zum mindesten den Vorzug zu haben, daß di auch hier unentbehrlichen Sperrwerke ausgeschaltet sind wenn der Anfahrvorgang beendet ist, was zu ihrer Er haltung wesentlich beitragen könnte. [B 1020] (Schluß folgt

[1]) Vergl. „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 658. Nach einer Zuschrif im „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 744 soll ein fast genau gleiches Ge triebe bereits 1907 in Deutschland patentiert worden sein.

Zur Normung von Leitungsaluminium

Als Ergebnis von Arbeiten und Beratungen des Ausschusses für Aluminium-Leitungsnormen, der gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und dem Verband Deutscher Elektrotechniker getragen wird und unter der Leitung von Dr. Apt, Berlin, steht, veröffentlicht die Zeitschrift für Metallkunde[1]) den Entwurf für die Normung von Leitungsaluminium. Vorschläge von französischer, englischer und amerikanischer Seite konnten seinerzeit bei der Besprechung des „International Electricity Committee" (I. E. C.) im April 1926 in New York nicht nachgeprüft werden; es wurde daher beschlossen:

1. den vier staatlichen Forschungsanstalten Amerikas, Deutschlands Englands und Frankreichs Aluminiummuster zur Untersuchung einzusenden,
2. den Begriff „hartgezogenes Aluminium" zu klären und einheitlich festzusetzen,
3. daß jede staatliche Forschungsanstalt Toleranzen für Aluminium vorschlagen sollte.

In Deutschland wurden nach einem von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde aufgestellten Arbeitsplan von neun verschiedenen Walzwerken im Verein mit den deutschen Aluminiumhütten Versuche mit Leitungsaluminium durchgeführt. Es wurden 4,0, 3,0, 2,5, 2,25 und 1,8 mm dicke Drähte hergestellt. Jedes der neun Walzwerke verarbeitete 30 Barren dieses Leitungsaluminiums. Die Abmessungen eines Barrens betrugen $100 \times 100 \times 1250$ mm^3, sein Gewicht rd. 33 kg. In jedem Walzwerk wurden die Barren nach dem Warmwalzen ohne Zwischenglühen auf die angegebenen Durchmesser kalt gezogen. Proben für die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit und Zugfestigkeit wurden vom Anfang und Ende der Drähte entnommen. Die Analysen der verschiedenen Güsse ergaben bei guter Übereinstimmung folgende Durchschnittswerte: 0,13 vH Si, 0,21 vH Fe, Rest Al. Die von den neun Walzwerken hergestellten Drähte wurden zunächst von den Werken selbst und dann in dem Laboratorium der Vereinigten Aluminiumwerke A.-G., Lautawerk, untersucht. Eine bestimmte Zahl wahllos herausgegriffener Proben wurde der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin Charlottenburg, zur Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit und dem Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, zur Prüfung der Zugfestigkeit übergeben.

[1]) Z. f. Metallkunde Bd. 20 (1928) S. 14.

Auf Grund der Untersuchungen hat sich der nach stehende Vorschlag für die Normung des Leitungsalumi niums ergeben, der in Deutschland zunächst solange i Kraft bleiben soll, bis die internationale Normung erfolgt ist

§ 1

Leitungsaluminium hat im weichgeglühten Zustande fü 1 m Länge und 1 mm^2 Querschnitt bei + 20 °C einen Wider stand von $0{,}02797 = \frac{1}{35{,}75}\,\Omega$ und im hartgezogenen Zustan einen Widerstand von $0{,}02857 = \frac{1}{35}\,\Omega$.

Für die Leitfähigkeit ist eine Toleranz von 0, nach unten zulässig. Somit darf weich geglühtes Leitungs aluminium für 1 m Länge und 1 mm^2 Querschnitt bei 20 ° keinen höheren Widerstand als $0{,}02837 = \frac{1}{35{,}25}\,\Omega$, und hart gezogenes Leitungsaluminium für 1 m Länge und 1 mm Querschnitt keinen höheren Widerstand als $0{,}0290 = \frac{1}{34{,}5}$ haben.

§ 2

Unter hartgezogenem Aluminium wird ein Werkstoff ve standen, dessen Zugfestigkeit für Drähte bis zu 4,0 mm Dm 18 kg/mm^2 und für Drähte von 4,0 mm Dmr. und darübe 17 kg/mm^2 beträgt. Unter Zugfestigkeit ist zu verstehen de Quotient aus der höchsten Belastung und dem Anfangsque schnitt.

Bei Seilen werden der elektrische Widerstand und di Zugfestigkeit an Drähten bestimmt, die aus den Seilen en nommen werden und mit der Hand gerade zu richten sin

Die freie Einspannlänge beträgt 150 mm, die Zerreiß geschwindigkeit 0,14 bis 0,20 mm/s.

Die Dichte des Aluminiums beträgt bei + 20 °C 2,7

§ 4

Der Temperaturbeiwert für den Widerstand, de zwischen zwei fest am Aluminium angebrachten, zur Span nungsmessung bestimmten Ableitungen, also bei gleich bleibender Masse, ermittelt wird, beträgt bei + 20 ° 0,004 für 1 °C.

Einsprüche sind bis zum 31. März 1928 an die Ge schäftstelle der Deutschen Gesellschaft für Metallkund Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, zu richten.

[N 1132] Wf.

Zweistoffgemische in der Dampftechnik

Von Privatdozent Dr.-Ing. Friedrich Merkel, Dresden

In der Kältetechnik werden schon seit langer Zeit Kreisprozesse mit Zweistoffgemischen oder Lösungen in Gestalt der Absorptionskältemaschinen benutzt. Bei Anwendung geeigneter Gemische versprechen ähnliche Verfahren auch in der Wärmetechnik Vorteile. Theoretische Voraussetzungen und Berechnungsgrundlagen.

Zweistoffgemische (binäre Gemische, Lösungen) haben im Gegensatz zu einfachen Stoffen bei gegebenem Druck nicht eine einzige, sondern eine von ·r Zusammensetzung abhängige Siedetemperatur. Abb. 1 ·igt den Verlauf der Siedetemperatur eines Zweistoff-·misches aus den Bestandteilen A und B mit den edetemperaturen t_A und t_B bei dem unveränderlichen ruck p. Die Abszissen sind die Gewichtsanteile ξ des offes B im Gemisch. Sind G_A und G_B die Gewichte der estandteile, so ist

$$\xi = \frac{G_B}{G_A + G_B}\,.$$

er Gewichtsanteil des andern Bestandteils ist

$$1 - \xi = \frac{G_A}{G_A + G_B}\,.$$

Die Betrachtung sei auf solche Gemische beschränkt, ·ren Siedekurven keine Höchst- oder Mindestwerte auf-eisen, deren Siedetemperaturen also stets zwischen den iedetemperaturen t_A und t_B der reinen Bestandteile egen. Das aus der siedenden Flüssigkeit entwickelte, it ihr im Gleichgewicht stehende Dampfgemisch enthält ınn stets mehr von dem leichter siedenden Bestandteil, h. dem Bestandteil, der für sich allein niedriger siedet Bestandteil A in Abb. 1). In Abb. 1 zeigt daher eine veite Linie den Verlauf der Temperaturen in Abhängig-eit von der Zusammensetzung des Dampfes. Wird n Dampfgemisch von der Zusammensetzung ξ_2 bis an ese Linie abgekühlt (Temperatur t), so tritt bei weiterer Värmeentziehung Kondensation ein, und die niedergeschla-·ne Flüssigkeit hat die Zusammensetzung ξ_1, die sich aus ·r Siedelinie ergibt.

Im folgenden bezeichne der Zeiger 1 stets die flüssige, ·r Zeiger 2 die dampfförmige Phase. Punkte über der ondensationslinie bezeichnen überhitzten Dampf, Punkte nter der Siedelinie nichtsiedende Flüssigkeit. Zwischen eiden Linien zerfällt das Gemisch in flüssige und dampf-ırmige Bestandteile von verschiedener Zusammensetzung. ı einem Gemisch von der mittleren Zusammensetzung ξ ·rhält sich beim Druck p und der Temperatur t der üssige Teil zum dampfförmigen Teil wie

$$\frac{F}{D} = \frac{b}{a} = \frac{\xi - \xi_2}{\xi_1 - \xi}\,,$$

.bb. 1. Mit steigendem Druck rücken die Linien der Siede-nd der Kondensationstemperaturen entsprechend den ·ampfspannungen der Bestandteile höher.

Abb. 2
Der Absorptionsvorgang.

Abb. 1
Siede- und Verflüssigungstemperatur eines Zweistoffgemisches.

Verflüssigung und Absorption

In einem geschlossenen Behälter befinde sich flüssiges Gemisch von der Zusammensetzung ξ_1 und der Temperatur t. Dann steht im Gleichgewichtzustand über der Flüssigkeit Dampf von der Temperatur t, der Zusammensetzung ξ_2, Abb. 1, und dem zugehörigen Sättigungsdruck p. Wird dem Behälter Wärme entzogen, so sinkt der Druck unter Abnahme der Temperatur und Kondensation eines Teils des Dampfes. Steht der Behälter mit einem zweiten Raum in Verbindung, der dampfförmiges Gemisch von gleichem Druck enthält, so strömt so lange Dampf in den ersten Behälter über und wird dort in der Flüssigkeit niedergeschlagen, als dort Wärme entzogen wird. Dieser Vorgang findet auch statt, wenn der überströmende Dampf zwar gleichen Druck, aber tiefere Temperatur, also auch andre Zusammensetzung hat, als der Flüssigkeit im ersten Behälter entspricht. Die Verflüssigungswärme des Dampfes von der Temperatur t_0 wird also bei einer höheren Temperatur verfügbar, Abb. 2.

Man bezeichnet dieses Niederschlagen eines Dampfgemisches in einer Lösung von andrer Zusammensetzung gewöhnlich als Absorption des Dampfes durch die Flüssigkeit. Die dabei freiwerdende Wärmemenge ist bekanntlich von der Verdampfwärme der Bestandteile des Dampfgemisches verschieden und im allgemeinen größer, da auch Mischungs- oder Lösungswärme auftritt. Voraussetzung für die technische Anwendung des Vorganges ist, daß die Absorption genügend schnell vor sich geht. Durch große Oberflächen (Überfalltreppen, Streudüsen, Rieselvorrichtungen) und lebhaftes Durcheinanderwirbeln von Flüssigkeit und Dampf kann man die Geschwindigkeit der Absorption steigern. Sie folgt ähnlichen Gesetzen wie der Wärmeübergang.

Bekannt ist die Anwendung der Absorption in der Absorptions-Kältemaschine. t_0 ist die Temperatur im Verdampfer, die durch das Kühlgut (Salzsole, Eiserzeuger, Kühlraum) festgelegt ist, t die Temperatur der Umgebung (Kühlwasser), an die die im Verdampfer aufgenommene Kälteleistung abzuführen ist. In der Absorptions-Kältemaschine wird gewöhnlich ein Gemisch aus Wasser und Ammoniak (wäßrige Ammoniaklösung) benutzt, dessen Siedepunkte in einem günstigen Druckbereich liegen und dessen Mischungsbestreben (Absorptionsgeschwindigkeit) groß ist.

Will man einen großen Temperaturunterschied überbrücken, so müssen sich die Zusammensetzung der Flüssigkeit ξ_1 und die des Dampfes ξ_2 möglichst weit unterschei-

den. Da der Dampf immer wieder aus der Flüssigkeit gebildet werden muß, sind solche Gemische günstig, deren Dampf im Gleichgewichtzustand, Abb. 1, eine von der Flüssigkeit weit verschiedene Zusammensetzung hat.

Besonders günstig verhalten sich in dieser Beziehung Lösungen von „nicht flüchtigen" Stoffen in einer Flüssigkeit. Über der Lösung von beliebiger Zusammensetzung steht dann nur der Dampf der Flüssigkeit, des Lösungsmittels, da der gelöste Stoff keinen Dampf entwickelt, d. h. es ist immer $\xi_2 = 0$, unabhängig von der Zusammensetzung ξ_1 der Flüssigkeit. Im t, ξ-Diagramm fällt daher die Kondensationslinie mit der Ordinatenachse zusammen. Die Siedetemperatur eines solchen Gemisches ist stets höher als die des Lösungsmittels bei gleichem Druck. Ist das Lösungsmittel Wasser, so entwickelt also die Lösung überhitzten Wasserdampf.

Für die Kältetechnik sind solche Lösungen in Wasser nicht brauchbar, da ihre Siedetemperaturen erst bei außerordentlich tiefem Druck unter die der Umgebung fallen[1]). Dagegen eignen sie sich hervorragend für die Durchführung ähnlicher Vorgänge bei höheren Temperaturen, zumal der Wasserdampf ohnehin der Technik als Arbeitsmittel am besten vertraut ist. Die Möglichkeit der Anwendungen liegt in zwei Richtungen. Zunächst gestatten solche Kreisprozesse, Abwärme in Dampf von niedriger Temperatur, die also nicht verwertbar ist, bei höherer Temperatur verfügbar zu machen (Wärmepumpe, Dampfdruckumformer[2])). Anderseits ermöglichen sie wegen der Erhöhung der Siedetemperatur durch Wärmezufuhr Dampf von sehr hoher Temperatur schon bei mäßigem Druck zu erzeugen (Verbesserung des Arbeitsvorganges in der Dampfmaschine ohne Steigerung des Druckes[2a])).

Der Kreisprozeß der Lösung

Abb. 3 zeigt den Verlauf eines derartigen Arbeitsvorganges. Die Lösung wird im Kreislauf über den Ausdampfer oder Laugenkessel *a* und den Absorber oder Mischer *b* geführt. Im Ausdampfer herrscht der Druck p_a im Mischer p_b. Eine Pumpe *c* fördert die Lösung von *b* nach *a*. Ein Teil der Pumpenarbeit kann in einem Motor *d* zurückgewonnen werden. Bei den technisch in Betracht kommenden Drücken und Flüssigkeitsmengen ist die Pumpenarbeit gegenüber der sonst umgesetzten Energie so klein, daß man sie vernachlässigen darf. Aus dem gleichen Grunde kann man den Motor *d* durch ein einfaches Drosselventil ersetzen.

In den Ausdampfer treten F kg/h Flüssigkeit von der Zusammensetzung ξ_a (arme Lösung) und der Temperatur t_{a1} ein. Durch Zuführung der Wärmemenge Q_a wird die Dampfmenge D kg/h vom Druck p_a erzeugt, wodurch sich die Zusammensetzung der Lösung in ξ_r (reiche Lösung), ihre Menge in $(F - D)$ kg/h verändert. Die Temperatur des erzeugten Dampfes entspricht an jeder Stelle des Ausdampfers der Siedetemperatur der Lösung. Durch geeignete Führung von Dampf und Lösung im Ausdampfer (Rektifikation) kann man erreichen, daß der Dampf im Grenzfall mit der höchsten im Ausdampfer herrschenden Temperatur, d. i. der Siedetemperatur t_{a2} der reichen Lösung, entweicht.

In den Mischer gelangt die Lösung über das Drosselventil *d* mit der Temperatur t_{b1}. Dem Mischer werden außerdem D kg/h des zu verwertenden Abdampfes zugeführt, so daß die Lösung wieder die Zusammensetzung ξ_a und die Menge F kg/h erlangt. Um diese Abdampfmenge niederzuschlagen (Absorption), muß man dem Mischer Q_b kcal/h entziehen. Die Temperatur im Mischer ist durch die Siedelinie der Lösung beim Druck p_b (Abdampfdruck) gegeben. Die Lösung verläßt den Mischer mit der Temperatur t_{b2}, der Siedetemperatur bei der Zusammensetzung ξ_a, und wird von der Pumpe *c* wieder in den Ausdampfer gefördert. Sie muß im Ausdampfer auf die Siedetemperatu[r] beim Druck p_a erwärmt werden, ehe das Ausdampfen be[-]ginnt.

Anderseits ist die vom Ausdampfer nach dem Mische[r] übertretende Flüssigkeit auf die Siedetemperatur i[m] Mischer abzukühlen. Das bedingt einen gewissen Ver[-]brauch an Wärme, die ohne Nutzen (nicht umkehrbar) vom Ausdampfer zum Mischer wandert. Wie bei Absorp[-]tions-Kältemaschinen kann man den Verlust dadurch ver[-]mindern, daß man die vom Verdampfer kommende heiß[e] Lösung im Gegenstrom zu der vom Mischer kommende[n] durch einen Wärmeaustauscher *e* führt. Da die kalte arm[e] Lösung um D kg größer ist, arme und reiche Lösung abe[r] etwa gleiche spezifische Wärme haben, so gelingt es zwar die reiche Lösung bis auf die Mischertemperatur abzu[-]kühlen, aber nicht, die arme Lösung bis auf die Siede[-]temperatur im Ausdampfer zu erwärmen.

Der beschriebene Kreislauf ist ein thermischer Kom[-]pressor, der Abdampf vom Druck p_b auf den Druck p_a de[s] Ausdampfers verdichtet, wobei aber nicht mechanische Ar[-]beit aufgewendet, sondern eine gewisse Wärmemenge vo[n] der Verdampfer- auf die Mischertemperatur übergeführ[t] wird. In der Absorptions-Kältemaschine entspricht de[r] Kreislauf der Ammoniaklösung mit Kocher, Absorber Wärmeaustauscher und Umlaufpumpe ganz genau den mechanischen Kompressor der Kompressions-Kälte[-]maschine[3]).

Technische Anwendungen

Ein solcher thermischer Kompressor scheint zunächs[t] für solche Aufgaben der Dampftechnik geeignet, die ma[n] bisher mit mechanischen Kompressoren oder Strahlpumpe[n] zu lösen versucht hat (Wärmepumpe, Druckverdampfung Dampfdruckumformung). Benutzt man die Abwärme Q[...] um Dampf von höherem als dem Abdampfdruck p_b zu er[-]zeugen, dann kann man den Mischer als eine Vorrichtun[g] auffassen, die nichtverwertbaren Abdampf in Dampf vo[n] höherem Druck, also höherer Temperatur, umformt. Be[i] geeigneter Lage der Siedelinie kann man erreichen, da[ß] der mit der Mischerwärme Q_b erzeugte Dampf den glei[-]chen Druck p_a wie der im Ausdampfer erzeugte hat, kan[n] also beide Dampfmengen mischen und gemeinsam ve[r-]wenden.

Abb. 4 und 5 sind Schaltbilder solcher Anlagen. Di[e] Zeichen entsprechen im wesentlichen den Vorschlägen vo[n] Stender[4]). Bei der Eindampfanlage mit Brüdenve[r-]wertung (Kompressionsverdampfung) Abb. 4, wird de[r] Kocher *d*, der auch mehrstufig ausgeführt sein kann, m[it] Dampf vom Druck p_a geheizt, der Brüdendampf steht unte[r] dem Druck p_b. Im Wasserkessel *c*, der mit der Mischerwärm[e] Q_b geheizt wird, werden φD kg/h und im Ausdampfer durch die Heizwärme Q_a D kg/h Dampf erzeugt. Beid[e] Dampfmengen werden gemischt und dienen zur Beheizun[g] des Kochers *d*, in dem D kg/h Brüdendampf entwickelt un[d] in den Mischer *b* geleitet werden. Im allgemeinen ist di[e] erzeugte Heizdampfmenge $(1 + \varphi)\, D$ kg/h zu groß. E[s] fällt zwar gar keine Abwärme von der Temperatur de[s] Brüdendampfes an, aber ein gewisser Überschuß an Hei[z-]dampf vom Druck p_a bleibt verfügbar. Kann man diese

---

[1]) Neuerdings verwendet man für Kältemaschinen Lösungen von nicht flüchtigem Chlorkalzium ($CaCl_2$) (s. Plank, Haushaltkältemaschinen, Z. Bd. 71 (1927) S. 1436, Siefrigo-Kältemaschine). Daß hierbei die „Lösung" bei den in Betracht kommenden Temperaturen nicht flüssig, sondern fest ist, ändert nichts an den grundsätzlichen Zusammenhängen.

[2]) z. B. Oetken, Dampfumformung, Arch. f. Wärmewirtsch. Bd. 6 (1925) S. 3?3.

[2a]) DRP Nr. 364 592, 418 872, 421 329 bis 421 334, 421 475, 434 289, 442 801, Dr.-Ing. E. Koenemann, Berlin; ferner Marks, „A steam pressure transformer", Mechanic. Engineering Bd 49 (1927) S. 600; Arch. f. Wärmewirtsch. Bd. 8 (1927) S. 223.

[3]) Die Vorschläge von Altenkirch [„Reversible Absorption[s-]maschinen", Zeitschr. f. d. ges. Kälteindustrie Bd. 20 (1913) S. 1] z[ur] thermodynamischen Verbesserung der Absorptions-Kältemaschine[n] durch Vermeidung des nicht umkehrbaren Wärmeüberganges im Wärm[e-]austauscher gelten auch für die hier behandelten Anordnungen.

[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 830; Arch. f. Wärmewirtsch. Bd. 8 (1927) S. 2[..]

Abb. 3
Der Kreislauf der Lösung.

a Laugenkessel oder Ausdampfer *b* Mischer oder Absorber
c Pumpe *d* Motor oder Drosselventil *e* Wärmeaustauscher

Abb. 4
Eindampfanlage mit Brüdenverwertung.

Abb. 5
Erzeugung von Heizdampf mittleren Druckes.

Zeichenerklärungen zu Abb. 4 bis 6.

nicht anderweit verwenden, so leitet man nicht den ganzen, sondern nur so viel Brüdendampf in den Mischer, daß gerade die erforderliche Heizdampfmenge entsteht, und läßt den Rest als Abdampf entweichen.

Abb. 5 entspricht irgendeinem Heizkörper d, der Dampf vom Druck p_a braucht, während im Werk nur Dampf vom höheren Druck p_h und vom niedrigeren p_b zur Verfügung steht. Man heizt mit dem Hochdruckdampf den Ausdampfer a (Q_a), worin man Dampf von dem gewünschten Druck p_a erzeugt, und verarbeitet den Niederdruckdampf im Mischer b. Die Lösung wählt man so, daß die Temperatur im Mischer genügend hoch ist, um im Kessel c ebenfalls Dampf vom Druck p_a zu erzeugen. Die Umwandlung des Hochdruckdampfes in solchen vom Gebrauchsdruck erfolgt also statt durch das nicht umkehrbare Drosseln auf einem wenigstens teilweise umkehrbaren Wege, wobei eine gewisse Menge von Niederdruckdampf auf den Gebrauchsdruck verdichtet und weniger Hochdruckdampf zur Deckung des Dampfbedarfes verbraucht wird. Man kann den ganzen Vorgang als eine umkehrbare Mischung von Hochdruck- und Niederdruckdampf bei einem zwischen beiden liegenden Druck auffassen.

Große wirtschaftliche Bedeutung könnten Kreisprozesse mit Zweistoffgemischen bei Dampfkraftmaschinen gewinnen. Kreisprozesse zur Arbeitsgewinnung sind thermisch um so günstiger, bei je höherer Temperatur die Wärme zugeführt wird. Diese ist bei der gewöhnlichen Dampfmaschine im wesentlichen die Verdampftemperatur, also eine Funktion des Kesseldrucks. Das Streben nach höherer Wirtschaftlichkeit führt zur Steigerung des Dampfdrucks. In dieser Richtung ist die Entwicklung in den letzten Jahren gegangen.

Aber selbst bei den höchsten technisch zulässigen Drücken liegt die Verdampftemperatur (310 ° bei 100 at abs) noch weit unter der Grenze, die mit Rücksicht auf die Festigkeit der Baustoffe erreicht werden könnte (rd. 450 °). Den oberen Teil des verfügbaren Temperaturgefälles (etwa zwischen 450 und 250 °), der bei der Wasserdampfmaschine, abgesehen von dem geringen Anteil der Überhitzungswärme durch die nichtumkehrbare Wärmeübertragung zwischen Rauchgasen und Wasser nutzlos verloren geht, kann man nur durch Einschaltung eines anderen zwischen diesen Temperaturen verlaufenden Kreisprozesses ausnützen. Es liegt zunächst nahe, dazu Dampf aus einem anderen Stoff zu wählen, dessen Spannungen in diesem Temperaturbereich günstig verlaufen. Man kommt so zur Mehrstoffdampfmaschine, z. B. mit Quecksilber[5]) im oberen und Wasserdampf im unteren Temperaturbereich.

Das gleiche Ziel kann man mit einer Lösung als Arbeitstoff erreichen. Die Wärme wird bei der höchsten zulässigen Temperatur (rd. 450 °C) im Ausdampfer zugeführt, während die Mischerwärme bei einer Temperatur frei wird, die sich als obere Temperatur für den Kreisprozeß in einer gewöhnlichen Wasserdampfmaschine eignet. Den im Ausdampfer erzeugten Dampf läßt man in einer Dampfmaschine gegen den Mischerdruck Arbeit leisten und führt ihn dann dem Mischer zu.

Diese Anordnung entspricht äußerlich einer gewöhnlichen Dampfmaschine, wobei an die Stelle des Dampfkessels der Ausdampfer, an die Stelle des Kondensators der Mischer und an die Stelle der Speisepumpe die Umwälzpumpe tritt. Es kommt nur der Rücklauf der Lösung über das Drosselventil hinzu. Der Unterschied zwischen den beiden Prozessen ist, daß bei der gewöhnlichen Dampfmaschine im Kessel das Wasser vollständig, und zwar bei unveränderlicher Temperatur verdampft wird, dagegen aus der Lösung nur ein Teil, und zwar bei steigender Temperatur ausgedampft wird.

Da der Siededruck einer reichen Lösung bei gegebener Temperatur sehr viel niedriger ist, als der von reinem Wasser, so kommt man selbst bei den höchsten zulässigen Temperaturen im Ausdampfer noch mit Drücken aus, die man leicht beherrschen kann (15 bis 20 at abs). Ein und dieselbe Dampfmaschine, die zwischen den Drücken p_a und p_b arbeitet, kann den Dampf entweder aus einem gewöhnlichen Dampfkessel oder aus dem mit Lösung gespeisten Ausdampfer erhalten. Im ersten Falle geht der Abdampf in einen Kondensator, im zweiten in den Mischer. Für eine gegebene Leistung verbraucht man in beiden Fällen die gleiche Dampfmenge.

Die beiden Prozesse unterscheiden sich thermodynamisch nur dadurch, daß sich das ausgenutzte Temperaturgefälle zwischen Wärmezufuhr (Dampfkessel oder Verdampfer) und Wärmeabfuhr (Kondensator oder Mischer) bei Anwendung einer Lösung nach oben verschiebt. Der gewöhnliche Dampfmaschinenprozeß ist sozusagen die untere Grenze, die bei unendlich verdünnter Lösung erreicht wird.

[5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 834, Bd. 71 (1927) S. 189; Dinglers polytechn. Journal Bd. 341 (1926) S. 216.

Berechnung der Zweistoff-Kreisprozesse

In allen Fällen ist die Schaltung und daher auch die rechnerische Behandlung des Kreisprozesses, den die Lösung durchläuft, grundsätzlich gleich. Es sind Beziehungen zwischen den Mengen und Zusammensetzungen von Dampf und Flüssigkeit, Temperaturen, Drücken und Wärmemengen aufzusuchen. An der Hand von Abb. 6 erhält man

1. die Stoffbilanz: Der gelöste Stoff befindet sich, da er nicht flüchtig sein soll, nur in der Flüssigkeit, seine Menge bleibt unveränderlich. Für Verdampfer wie Mischer gilt

$$\xi_a F = \xi_r (F - D).$$

Daraus ergibt sich die spezifische Menge an Lösung

$$\lambda = \frac{F}{D} = \frac{\xi_r}{\xi_r - \xi_a} \quad \ldots \ldots \quad (1).$$

2. Die Wärmebilanz. Q bedeute die stündlich, q die auf 1 kg erzeugten oder absorbierten Dampf bezogenen Wärmemengen:

a) gesamte Anlage: $D q_a + D i_b = D q_b + D i_a$

$$q_a - q_b = i_a - i_b \quad \ldots \ldots \quad (2).$$

Dabei ist in der Verdampfwärme q_a die Arbeit der Umwälzpumpe q_p, die man aber vernachlässigen kann, mit einbegriffen.

b) Ausdampfer: $D q_a + F i_{aa} = (F - D) i_{ar} + D i_a$

$$q_a = i_a - i_{ar} + \frac{F}{D}(i_{ar} - i_{aa}) \quad \ldots \ldots \quad (3).$$

c) Mischer: $D q_b + F i_{ba} = (F - D) i_{br} + D i_b$

$$q_b = i_b - i_{br} + \frac{F}{D}(i_{br} - i_{ba}) \quad \ldots \ldots \quad (4).$$

Abb. 6
Zur Aufstellung der Stoff- und Wärmebilanzen.
Zeichenerklärung s. Abb. 4 und 5.

Diese Beziehungen lassen sich sehr anschaulich in einem Diagramm darstellen, das den Wärmeinhalt der Lösung und des Dampfes über der Zusammensetzung ξ enthält, Abb. 7. Für Lösungen nichtflüchtiger Stoffe liegen alle Zustandspunkte des Dampfes auf der Ordinatenachse ($\xi = 0$, reiner Wasserdampf). In Abb. 7 gibt die Siedelinie den Wärmeinhalt siedender Lösung beim Druck p_a im Ausdampfer an. Punkt P_1 entspricht der eintretenden Lösung (ξ_a, i_{aa}: Siedezustand noch nicht erreicht), P_2 der austretenden (ξ_r, i_{ar}: siedend), P_3 dem entwickelten Dampf (i_a, t_a = Siedetemperatur bei ξ_r). Die Gerade P_1P_2 schneidet die Ordinatenachse in P_4. Dann ist nach Gl. (1) und (3) die Strecke $P_3P_4 = q_a$ die zum Ausdampfen von 1 kg Wasser zuzuführende Wärmemenge. Hiervon dient der Teil $P_4P_6 = q_f$ zur Erwärmung der eintretenden Lösung auf Siedetemperatur (Punkt P_5). $q = q_a - q_f = P_3P_6$ ist die reine Ausdampfwärme, die nötig ist, um aus λ kg siedender Lösung von der Zusammensetzung ξ_a 1 kg Wasserdampf vom Druck p_a und der Temperatur t_a zu gewinnen.

Ist die Menge der Lösung unendlich groß gegenüber der erzeugten Dampfmenge ($\lambda = \infty$), so bleibt ihre Zusammensetzung ξ unverändert ($\xi_a = \xi_r = \xi$), P_5 und P_2 fallen zusammen, und die Gerade $P_2P_5P_6$ wird zur Tangente an die Siedelinie. P_3P_6 stellt dann die differentiale Ausdampfwärme q_d dar (Erzeugung einer unendlich kleinen Dampfmenge aus einer endlichen Lösungsmenge). Der

Abb. 7
Der Vorgang im Ausdampfer.

Vorgang im Mischer läßt sich ebenso darstellen; hier ist es theoretisch immer möglich, die Lösung im Wärmeaustausch auf die Siedetemperatur beim Mischerdruck abzukühlen[5a]).

Abb. 8 zeigt den vollständigen Kreisprozeß einer Lösung zwischen Ausdampfer und Mischer. $\overline{12}$ ist der Vorgang im Verdampfer, $\overline{34}$ der im Mischer, $\overline{23}$ und $\overline{41}$ sind die Vorgänge im Wärmeaustauscher. In diesem wird die Wärmemenge

$$Q_c = D q_c = F (i_{aa} - i_{ba}) = (F - D)(i_{ar} - i_{br})$$

übertragen, also ist

$$\frac{i_{ar} - i_{br}}{i_{aa} - i_{ba}} = \frac{F}{F - D} \quad \ldots \ldots \quad (5),$$

so daß sich die Geraden $\overline{12}$ und $\overline{34}$ auf der Ordinatenachse schneiden müssen.

Alle hier auftretenden Energiemengen, bezogen auf 1 kg Dampf, erscheinen als Strecken auf der Ordinatenachse, so daß man den Einfluß jeder Veränderlichen leicht

[5a]) Über weitere Anwendungen eines derartigen $i\,\xi$-Diagrammes werde ich demnächst berichten (Rektifikation, Absorptionskältemaschine).

Abb. 8
Vollständiger Kreisprozeß einer Lösung zwischen Ausdampfer und Mischer.

Abb. 9
Temperatur siedender Kalilauge.

übersehen kann. $\Delta i = q_a - q_b$ ist die Erhöhung des Wärmeinhalts des verdichteten Dampfes durch den thermischen Kompressor. Wird der Prozeß zur Arbeitsgewinnung benutzt, so ist Δi die in der Dampfmaschine gewonnene Arbeit, bei der verlustlosen Maschine also das adiabatische Wärmegefälle. Ohne Wärmeaustausch würde 1 nach 4 und 3 nach 2 fallen; die Gerade $\overline{24}$ schneidet also auf der Ordinatenachse die auf je 1 kg Dampf ausgetauschte Wärme q_c ab. Um diese Wärme werden q_a und q_b größer, ohne daß die Nutzleistung Δi verbessert wird, wenn man den Wärmeaustauscher fortläßt. Die gestrichelten Geraden entsprechen einem unvollkommenen Wärmeaustauscher mit dem Verlust Δq_c.

Kennt man den Verlauf der Siedekurven im $i\xi$-Diagramm und die Temperatur des erzeugten Dampfes, das heißt die Siedetemperaturen der Lösung, so lassen sich alle in Betracht kommenden Größen und der Einfluß jeder Veränderung im $i\xi$-Diagramm ablesen.

$i\xi$-Diagramm für Kalilauge

Besonders günstige Eigenschaften für die besprochenen Prozesse haben Lösungen von Kaliumhydroxyd (KOH) oder Natriumhydroxyd (NaOH) in Wasser.

Abb. 10
Ausdampfwärme von Kalilauge in Abhängigkeit von der Temperatur und der Zusammensetzung.

Die Unterlagen zur Berechnung des $i\xi$-Diagrammes für Kalilauge sind heute noch sehr unvollständig; vor allem beschränken sich fast alle bekannten Untersuchungen auf 1 at (760 mm Q.-S.). An der Hand einiger physikalischer Gesetze kann man sich aber auch damit schon ein zutreffendes Bild von den Eigenschaften der Lösungen machen, wenn sie sich auch zahlenmäßig etwas verschieben dürften, sobald die bereits begonnenen Untersuchungen abgeschlossen sein werden.

Bekannt ist der Siedeverlauf von Kalilauge bei 760 mm Q.-S. in Abhängigkeit von der Zusammensetzung. Daraus kann man nach der Regel von Dühring[6]), die allerdings nur näherungsweise richtig ist, auf den Siedeverlauf bei andern Drücken schließen. Danach soll für eine bestimmte Zusammensetzung ξ das Verhältnis der absoluten Siedetemperatur T_L zu der Siedetemperatur T_W von reinem Wasser ($\xi = 0$) unabhängig vom Druck, also nur eine Funktion der Zusammensetzung sein:

$$\frac{T_L}{T_W} = K = f(\xi) \quad \ldots \ldots \quad (6).$$

Kennt man also die Siedetemperatur einer Lösung bei irgendeinem Druck, z. B. 760 mm Q.-S., so kann man sie aus der Spannungslinie des Wasserdampfes für jeden beliebigen anderen Druck bestimmen, Abb. 9. Bei nicht allzu hohen Drücken ist das Diagramm ziemlich zuverlässig, bei höheren Drücken sind merkliche Verschiebungen zu erwarten, sobald die Messungen vorliegen.

Die differentiale Ausdampfwärme q_d berechnet man mittels der Gleichung von Clapeyron-Clausius

$$q_d = A\,(v_2 - v_1)\,T_L\,\frac{dP}{dT_L}.$$

Hierin bedeutet

A	kcal/mkg	das mechanische Wärmeäquivalent ($^1/_{427}$),
v_2	m³/kg	das spezifische Volumen des überhitzten Wasserdampfes bei P und T_L
v_1	„	das spezifische Volumen der flüssigen Lösung bei P, T_L und ξ
P	kg/m²	den Druck.

Sind die spezifischen Volumina von Dampf und Flüssigkeit und der Differentialquotient $\frac{dP}{dT}$ der Spannungslinie der Lösung bei der betreffenden Zusammensetzung bekannt, so kann man q_d berechnen. Da das spezifische Volumen des überhitzten Wasserdampfes bekannt ist, das der Flüssigkeit in erster Annäherung vernachlässigt werden kann, so würde schon die Kenntnis von Spannungslinien bei verschiedener Zusammensetzung die Berechnung wesentlich verbessern. Solche Linien lassen sich verhältnismäßig leicht aufnehmen, da sie kein Messen von Wärmemengen bedingen[6a]).

Für reines Wasser ist die differentiale Ausdampfwärme q_d die bekannte Verdampfwärme r. Mit dem spezifischen Volumen v'' des siedenden Wassers lautet die Clapeyron-Clausiussche Gleichung

$$r = A\,(v'' - v')\,T_W\,\frac{dP}{dT_W}.$$

Mit

$$T_L = K\,T_W \text{ (Dühring)}$$

$$\frac{dP}{dT_L} = \frac{1}{K}\,\frac{dP}{dT_W}$$

erhalten wir für die differentiale Ausdampfwärme

$$q_d = r\,\frac{v_2 - v_1}{v'' - v'}.$$

Die spezifischen Volumina der Flüssigkeit v_1 und v' sind gegenüber dem des Dampfes so klein, daß man sie vernachlässigen kann; also ist

$$q_d = r\,\frac{v_2}{v''}. \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7).$$

Bei gegebenem Druck ist also die Ausdampfwärme dem spezifischen Volumen proportional, da $\frac{r}{v''}$ nur eine Funk-

[6]) Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, 11. Aufl. Braunschweig 1926 Bd. 3 S. 481.

[6a]) Im Maschinenlaboratorium der Techn. Hochschule Dresden werden solche Untersuchungen vorbereitet.

Abb. 11
Konstruktion der Siedekurve.

tion des Druckes ist. Abb. 10 zeigt die so berechnete Ausdampfwärme von Kalilauge in Abhängigkeit von der Temperatur und der Zusammensetzung. Auch dieses Diagramm dürfte für geringe Drücke sehr gut, für höhere weniger gut stimmen. Man kann die differentiale Ausdampfwärme auch bezeichnen als die Summe aus der Verdampfwärme r des Wassers, der Wärme zum Überhitzen des Dampfes auf die Siedetemperatur der Lösung und der Lösungswärme, die frei wird, wenn man 1 kg Wasser von der Siedetemperatur der Lösung einer unendlich großen Menge Lösung von der Zusammensetzung ξ hinzufügt. Diese Berechnungsweise verliert ihren Sinn, wenn die Siedetemperatur der Lösung über der kritischen Temperatur des Wassers liegt (374 °C). Technisch sind aber gerade so hohe Temperaturen wichtig.

Zieht man die differentiale Ausdampfwärme q_d vom Wärmeinhalt i_2 des erzeugten Dampfes vom Druck P und der Temperatur T_L ab und trägt $i_2 - q_d$ auf der Ordinatenachse des $i\,\xi$-Diagrammes auf, Abb. 11, so erhält man den Punkt P, durch den die Tangente der Siedelinie bei der zugehörigen Zusammensetzung ξ geht. Man kann so die Siedelinie konstruieren, sobald einer ihrer Punkte festliegt. Diesen kann man zunächst für irgendeinen Druck beliebig annehmen, für alle anderen Drücke sind die Siedelinien dann ebenfalls festgelegt.

Kennt man für irgendeine Zusammensetzung ξ die spezifische Wärme der Lösung, so kann man die Unterschiede des Wärmeinhaltes der siedenden Lauge für verschiedene Drücke berechnen, da die Siedetemperaturen bekannt sind. Über die spezifische Wärme der Kalilauge liegen nur ganz wenige Messungen bei niedrigen Temperaturen (nicht siedend) und 760 mm Q.-S. vor. Ausgehend von der spezifischen Wärme des Wassers ($\xi = 0$), nimmt sie mit steigendem Gehalt an KOH immer mehr ab. Sie ist zweifellos von Druck und Temperatur abhängig. Umfassende Untersuchungen darüber wären sehr wichtig. Da vorläufig nichts Genaueres bekannt ist, wurde das $i\,\xi$-Diagramm, Abb. 12, unter der Annahme aufgezeichnet, daß die spezifische Wärme bei 40 Gewichtsteilen KOH in der Lösung ($\xi = 0{,}40$), unabhängig von Druck und Temperatur, $c_L = 0{,}69$ kcal/kg °C betrage.

Abb. 12
$i\,\xi$-Diagramm für Kalilauge.

Der Verlauf der einzelnen Siedelinien in diesem Diagramm, der von $i_2 - q_d$ bestimmt wird, ist ziemlich richtig; aber ihre gegenseitige Lage, die von der spezifischen Wärme abhängt, ist nicht sehr sicher. Verwendet man das Diagramm zur Berechnung des thermischen Kompressors nach Abb. 8, so macht sich diese Unsicherheit zwar in der Wärmemenge, die im Wärmeaustauscher umgesetzt wird, stark geltend, hat aber kaum einen Einfluß auf die im Ausdampfer und im Mischer umgesetzten Wärmemengen, die für die praktische Durchführung derartiger Prozesse in erster Linie maßgebend sind. Abb. 12 enthält außer den Siedelinien für gleichen Druck auch Linien gleicher Siedetemperatur (gestrichelt). Wenn die spezifische Wärme der Lauge vom Druck unabhängig ist, so geben diese Linien auch den Wärmeinhalt nicht siedender Lauge richtig an.

Zahlenbeispiel

In einem Betriebe steht Hochdruckdampf von 50 at abs und Abdampf von 0,1 at abs zur Verfügung, beide ohne Überhitzung. Daneben wird Heizdampf von 2 at abs in einem besonderen Niederdruckkessel erzeugt. Dieser soll durch einen Laugenkreislauf ersetzt werden, der den Heizdampf durch Umformung von Abdampf nach Abb. 5 mittels Hochdruckdampf erzeugt.

Zahlenwerte:

	Hochdruck	Niederdruck (Mischer)	Heizdampf (Ausdampfer und Kessel c)	
Spannung	$p_h = 50$	$p_b = 0{,}1$	$p_a = 2{,}0$	at abs
Temperatur (gesättigt)	$t_h = 263$	$t_b = 45{,}4$	$t_a = 120$	°C
Verdampfwärme „	$r_h = 391$	$r_b = 571$	$r_a = 527$	kcal/kg
Wärmeinhalt „	$i_h'' = 663$	$i_b'' = 616$	$i_a'' = 647$	„

Der mit der Mischerwärme geheizte Dampfkessel c werde mit dem nicht unterkühlten Kondensat des Heizdampfes (Wärmeinhalt $i_a' = 120$ kcal/kg) gespeist, so daß zur Dampferzeugung nur die Verdampfwärme r_b aufzuwenden ist. Ebenso werde das Kondensat des Hochdruckdampfes, der den Ausdampfer heizt, ohne Unterkühlung wieder in den Hochdruckdampfkessel zurückgeleitet.

Im Ausdampfer kann höchstens die Temperatur des Hochdruckdampfes 263 ° erreicht werden. Damit ergibt sich bei 2 at abs aus Abb. 9 die Zusammensetzung der reichen Lösung $\xi_r = 0{,}720$. Der erzeugte Dampf hat den Wärmeinhalt $i_a = 717$ kcal/kg. Im Mischer darf keine niedrigere Temperatur als im Kessel c herrschen. Man findet in Abb. 9 für 0,1 at abs und 120 ° die Zusammensetzung der armen Lauge $\xi_a = 0{,}622$. Die spezifische Flüssigkeitsmenge beträgt nach Gl. (1)

$$\lambda = \frac{\xi_r}{\xi_r - \xi_a} = \frac{0{,}720}{0{,}098} = 7{,}35.$$

Für jedes im Ausdampfer entwickelte Kilogramm Dampf muß die Umwälzpumpe 7,35 kg arme Lösung fördern. Das $i\,\xi$-Diagramm, Abb. 13 ergibt

Gesamte Ausdampfwärme	$q_a = 792$ kcal/kg
Mischerwärme	$q_b = 691$ „
Wärmeaustauscher	$q_c = 197$ „

Die Temperaturen der Lauge sind:

Ausdampfer:	Eintritt arm	183°	(Siedetemperatur 210°)
	Austritt reich	263°	siedend
Mischer:	Eintritt reich	162°	„
	Austritt arm	120°	„

Auf 1 kg im Mischer absorbierten oder im Ausdampfer erzeugten Dampf liefert der Kessel c

$$\varphi = \frac{q_b}{r_a} = \frac{691}{527} = 1{,}31 \text{ kg}$$

Dampf von 2 at abs. Gleichzeitig werden zur Beheizung des Ausdampfers

$$\zeta = \frac{q_a}{r_h} = \frac{792}{391} = 2{,}02 \text{ kg}$$

ampf von 50 at abs gebraucht. Also liefert 1 kg Hoch-
uckdampf die Heizwärme

$$q=\frac{1}{\zeta}\,(i_a-i_a'+\varphi\,r_a)=\frac{1}{2{,}02}\,(717-120+1{,}31\cdot 527)$$
$$=637\ \text{kcal/kg},$$

bei werden 0,495 kg Abdampf verarbeitet und 0,650 kg
ampf im Kessel c erzeugt, so daß im ganzen auf 1 kg
ochdruckdampf 1,144 kg Heizdampf zur Verfügung
ehen. An Wärme werden dabei umgesetzt:

Ausdampfer	391 kcal/kg	$(=r_h)$
Mischer	341	„
Wärmeaustauscher .	97	„
Heizwärme	637	„

ur Erzeugung des Dampfes von 50 at abs ist nur die Ver-
ampfwärme 391 kcal/kg aufzuwenden. Dagegen muß bei
r Dampferzeugung in einem besonderen Niederdruck-
essel ohne Abdampfverwertung die gesamte Heizwärme
37 kcal/kg aufgebracht werden.

Die Brennstoffersparnis beträgt rd. 40 vH. Sie wird
och größer, wenn der Druckunterschied zwischen Ab-
ampf und Heizdampf kleiner ist, und ist sehr bedeutend,
enn nur eine ganz geringe Druckerhöhung des Ab-
ampfes gefordert wird. In Wirklichkeit werden die oben
rechneten Werte wegen der unvermeidlichen Temperatur-
fferenzen bei der Wärmeübertragung nicht ganz er-
icht.

Speicherung

Zum Schluß seien noch die vielen Möglichkeiten zur
nergiespeicherung in solchen Anlagen erwähnt. Neben
n üblichen Arten der Dampfspeicherung kann man in
n Laugenkreislauf Speicher für arme und reiche Lauge
nschalten. Da in diesen nur der Mischerdruck zu herr-
hen braucht, der häufig gleich dem Atmosphärendruck
in kann, lassen sich solche Speicher billig bauen. Hier

Abb. 13
i ξ-Diagramm für das Zahlenbeispiel.

ist auf die Lokomotive von Honigmann[7]) und auf die
Vorschläge von Schreber[8]) hinzuweisen. Auch die
Möglichkeit, einem Speicher überhitzten Dampf zu ent-
nehmen, selbst wenn er mit Sattdampf geladen wird, kann
wertvoll sein. [B 835]

[7]) Riedler, Z. Bd. 27 (1883) S. 427; Gutermuth, Z. Bd. 28 (1884) S. 69, 533, Bd. 29 (1885) S. 101.
[8]) Schreber, Die Wärme Bd. 47 (1922) S. 353.

Fördertechnische Tagung 1927

Der Ausschuß für Förderwesen beim Ausschuß für
irtschaftliche Fertigung (AWF) hielt unter Leitung von
of. Dr.-Ing. E. h. H. Aumund am 14. Dezember 1927 in
erlin eine gut besuchte Tagung ab. Der erste Teil galt
n im großen und ganzen abgeschlossenen Arbeiten auf
m Gebiete der

Flurförderung

Obering. H. Hellmich, Berlin, gab in seinem Vor-
ag einen umfassenden Überblick über die von dem Unter-
usschuß für Flurförderung geleistete Arbeit. Dieser hat
r die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Flurförder-
lagen Richtlinien aufgestellt, deren Einführung in die
raxis wertvolle Ersparnisse herbeiführte. So konnte man
einem Falle die Arbeitsleistung eines Mannes in einer
unde von 97,5 tm bei Verwendung von Handfahrgeräten
if 216,5 tm bei Verwendung von Elektrokarren steigern.
es weiteren hat der Ausschuß Merkblätter für Handfahr-
eräte und Normblätter für verschiedene Einzelteile der
ördergeräte aufgestellt. Die Geräte selbst konnten infolge
r Vielheit der diese Fördermittel bauenden Firmen bisher
cht genormt werden.

Da der Ausschuß für Förderwesen beabsichtigt, seine
ntersuchungen auch auf andere Gebiete zu erstrecken,
idmete er den zweiten Teil der Tagung Berichten über

das Förderwesen in verschiedenen Industriebetrieben,

n so die Aufgaben für die nächste Zukunft festzustellen.
rof. Dr. G. Garbotz, Berlin, legte in seinem Vortrag
er das Förderwesen im Baubetriebe die Anforderun-
n dar, die man auf Baustellen an die Fördermittel stellen
uß. Besonders wichtig ist hier Unempfindlichkeit gegen-
er Witterungseinflüssen. Die Kosten für die Erdbewegung
hmen gegenwärtig noch 35 bis 40 vH der gesamten Erd-
ukosten ein. Ihre Verringerung bedeutet ebenfalls eine
hnende Aufgabe für die wissenschaftliche Arbeit im
örderwesen.

Für das Umladen von Zement und Beton fehlen noch
e geeigneten Aufnahmemittel, die so eingerichtet sein
müßten, daß man sie auf kleinsten und größten Baustellen
ohne Schwierigkeit verwenden kann. Im übrigen bot der
Vortrag eine beachtenswerte Übersicht über die im Bau-
betrieb benutzen, sehr vielgestaltigen Fördermittel[1]).

Über die Fördermittel in der Holzindustrie, die
weniger verschiedenartig als im Baubetriebe sind, berichtete
Fabrikant C. Müller, Bralitz. Das Holz bereitet infolge
seiner großen Sperrigkeit besondere Schwierigkeiten.
Mannigfaltige Aufgaben bieten hier noch die Förderung an
die Gatter, die Abfuhr der Bretter nach den Stapelplätzen,
die Stapelung selbst sowie die Weiterbeförderung der Bretter
und ihre Verladung.

In der Glasindustrie steht die leichte Zerbrech-
lichkeit der Waren sowie die Mannigfaltigkeit der Formen
der Wirtschaftlichkeit des Förderwesens hindernd im Wege.
Die meisten Glashütten sind überdies, wie Dipl.-Ing.
Arendt, Berlin, in seinem Vortrag feststellte, sehr un-
übersichtlich angelegt. Zeitstudien an den vorhandenen
Förderanlagen sowie gründliche Untersuchung der gestellten
Förderaufgaben werden es aber auch hier ermöglichen, daß
man die Förderkosten auf ein wirtschaftliches Maß ver-
ringert.

Ähnliche Aufgaben stellt auch die keramische
Industrie. Der hierfür in Aussicht genommene Vor-
trag mußte leider wegen Zeitmangels verschoben werden.

Den Schluß der Tagung bildete die Vorführung des
neubearbeiteten und ergänzten Förderfilmes, der die
gleislose Förderung behandelt. Der Film gibt einen anschau-
lichen und lehrreichen Überblick über die Möglichkeiten der
Flurförderung mit Handfahrgeräten und Elektrokarren.
Gegenüber der ersten Fassung ist der Film insofern ver-
bessert worden, als verschiedene unnötige Längen beseitigt
sind und dafür die besonders wichtige Elektrokarrenförde-
rung noch eingehender behandelt worden ist. [N 1143]

Berlin H. Seidel

[1]) Demnächst erscheint ein Aufsatz von Prof. Garbotz über dieses Thema in dieser Zeitschrift.

Anwendbarkeit der einfachsten Durchflußformel für Düsen und Stauränder

Von M. Jakob und W. Fritz, Berlin

Verschiedene Durchflußformeln werden verglichen. Beim Einsetzen einer mittleren Dichte erweist sich die einfachste Formel als praktisch durchaus genügend. Einfluß der Reynoldsschen Zahl auf die Durchflußzahl von Normaldüsen.

Vergleich verschiedener Durchflußformeln

Die Durchflußformel für Düsen und Stauränder lautet in ihrer einfachsten Form:

$$V_2 = w_2 F_2 = \alpha'' F_2 \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma}} = \left(\frac{\alpha}{\mu}\right) \mu F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma}} = \alpha F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma}} \quad . \; . \; (1),$$

worin

F_2 der kleinste Strömungsquerschnitt,

F der engste lichte Querschnitt des Meßgerätes,

$w_2 = \alpha'' \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma}}$ die mittlere Geschwindigkeit des strömenden Stoffes im kleinsten Strömungsquerschnitt,

γ die Dichte des strömenden Stoffes,

p_1 der Druck beim Eintritt in das Meßgerät,

p_2 der Druck im kleinsten Strömungsquerschnitt,

$\mu = \frac{F_2}{F}$ die Einschnürungszahl,

V_2 das in der Zeiteinheit durch den kleinsten Strömungsquerschnitt tretende Volumen,

α die Durchflußzahl des Meßgerätes.

Die vor und hinter dem Meßgerät gemessenen Drücke p_1' und p_2' werden sich im allgemeinen etwas von den Drücken p_1 und p_2 unterscheiden. Streng genommen müßte man daher mit der folgenden, aus Gl. (1) abgeleiteten Formel rechnen:

$$V_2 = \alpha \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{p_1' - p_2'}}\, F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1' - p_2'}{\gamma}} = \alpha' F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1' - p_2'}{\gamma}} \quad (1a).$$

Der meistens sehr kleine Unterschied zwischen α' und α soll im folgenden stets vernachlässigt werden.

Gl. (1) ist abgeleitet unter der Annahme, daß sich die Dichte des strömenden Stoffes beim Durchfluß nicht ändert. Für Gase und Dämpfe ist diese Annahme nur bei sehr kleinem Druckabfall zulässig. In diesem Fall ist die Durchflußzahl α unabhängig vom Druckverhältnis (p_2/p_1).

Bei größerem Druckabfall kann man die damit verbundene Abnahme der Dichte γ in dem Meßgerät nicht mehr vernachlässigen. Dann tritt an Stelle von Gl. (1) die von Kretzschmer[1]) unter der Annahme adiabatischer Ausdehnung abgeleitete Gl. (2), eine Verallgemeinerung der Ausflußformel von de Saint-Venant und Wantzel.

$$V_2 = \alpha F \left[\frac{2\,g\,\frac{p_1}{\gamma_1}\,\frac{\varkappa}{\varkappa - 1}\left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa - 1}{\varkappa}}\right)}{\frac{1 - \mu^2 m^2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}}}{1 - \mu^2 m^2}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad . \; . \; . \; (2).$$

Hierin ist

$m = \frac{F}{F_1}$ das Öffnungsverhältnis des Meßgerätes im Rohr vom lichten Querschnitt F_1,

p_1 der Druck, γ_1 die Dichte } des strömenden Gases vor dem Meßgerät,

p_2 der Druck, γ_2 die Dichte } hinter dem Meßgerät (im kleinsten Strömungsquerschnitt),

μ die Einschnürungszahl,

$\varkappa$ der Koeffizient der adiabatischen Zustandsänderung.

[1]) Vergl. Fr. Kretzschmer, Z. Bd. 70 (1926) S. 980.

Wie weit man nun die viel einfachere und bequem Gl. (1) statt Gl. (2) verwenden darf, hängt wesentlich von ab, mit welchem Wert von γ man rechnet. Da nä lich die Dichte beim Durchfluß von γ_1 bis γ_2 abnim so kann man für sie $\gamma = \gamma_1$ oder $\gamma = \gamma_2$ oder ein Zwischenwert, z. B. $\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$, annehmen. Setzt m diese Werte für γ in Gl. (1) ein, so erhält man die f genden drei neuen Gleichungen:

$$V_2 = \alpha_1 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma_1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

$$V_2 = \alpha_2 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma_2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

$$V_2 = \alpha_3 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

Eine einfache algebraische Umformung von Gl. ((3), (4), (5) führt zu:

$$V_2 = \alpha F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1}{\gamma_1}} \left[\frac{\frac{\varkappa}{\varkappa - 1}\left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa - 1}{\varkappa}}\right)}{\frac{1 - \mu^2 m^2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}}}{1 - \mu^2 m^2}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad . \; . \; ($$

$$V_2 = \alpha_1 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1}{\gamma_1}} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right]^{\frac{1}{2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

$$V_2 = \alpha_2 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1}{\gamma_1}} \left[\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right)\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{-\frac{1}{\varkappa}}\right]^{\frac{1}{2}} \quad . \; . \; . \; . \; ($$

$$V_2 = \alpha_3 F \sqrt{2\,g\,\frac{p_1}{\gamma_1}} \left[\frac{2\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right)}{1 + \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}}\right]^{\frac{1}{2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

Der Kürze wegen setze man

$$\frac{\frac{\varkappa}{\varkappa - 1}\left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa - 1}{\varkappa}}\right)}{\frac{1 - \mu^2 m^2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}}}{1 - \mu^2 m^2}} = K.$$

Dann erhält man durch Division von Gl. (3a), (4a) u (5a) durch Gl. (2a):

$$\frac{\alpha_1}{\alpha} = \left[\frac{K}{1 - \frac{p_2}{p_1}}\right]^{\frac{1}{2}} = \Phi_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha} = \left[\frac{K}{\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right)\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{-\frac{1}{\varkappa}}}\right]^{\frac{1}{2}} = \Phi_2 \quad . \; . \; . \; . \; .$$

$$\frac{\alpha_3}{\alpha} = \left[\frac{K\left(1+\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}\right)}{2\left(1-\frac{p_2}{p_1}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} = \Phi_3 \quad \ldots\ldots (8).$$

Dabei hängen die Ausdrücke Φ im allgemeinen vom Druckverhältnis und vom Öffnungsverhältnis ab.

In Zahlentafel 1 sind die Werte Φ für die deutsche Normaldüse mit $\mu\, m$ = rd. 0,16 und für $\varkappa = 1{,}40$ zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Werte für Φ nach Gl. (6), (7) und (8)
(für $\mu\, m$ = rd. 0,16 und $\varkappa = 1{,}40$)

$\frac{p_2}{p_1}$	Φ_1	Φ_2	Φ_3
0,99	1,0015	0,9979	0,9998
0,98	1,0034	0,9960	0,9998
0,95	1,0081	0,9898	0,9990
0,90	1,0170	0,9795	0,9984
0,80	1,0360	0,9567	0,9972

Man erkennt sofort, daß Gl. (5) den Gleichungen (3) und (4) weit überlegen ist. Für $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 0{,}90$ z. B. ist eine Berichtigung erforderlich, die bei Gl. (3) und (4) etwa 2 vH, bei Gl. (5) nur 0,2 vH beträgt. Auch für andre Werte von $\varkappa$ ist Φ_3 fast genau gleich 1, z. B. $\Phi_3 = 0{,}9970$ für $\varkappa = 1{,}1$ und $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 0{,}80$.

Für die deutsche Normaldüse kann daher innerhalb der praktisch in Frage kommenden Druckverhältnisse $\Phi_3 = 1$ gesetzt werden.

Man kann somit Gl. (5) ersetzen durch:

$$V_2 = \alpha F \sqrt{2\, g\, \frac{p_1 - p_2}{\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}}} \quad \ldots\ldots (5b).$$

Diese Formel ist für die Normaldüse eine praktisch durchaus genügende Näherung zu Gl. (2).

Für andre Öffnungsverhältnisse als das der Normaldüse ist in Abb. 1 der Wert Φ_3 in Abhängigkeit vom Druckverhältnis $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$ für verschiedene Werte von $\mu\, m$ dargestellt[2]); er dürfte bei den in der Praxis benutzten Düsen und Staurändern kaum je unter 0,99 liegen.

Die Durchflußzahl beeinflussende Faktoren

Die Durchflußzahl eines Meßgerätes, die wir in Gl. (3) bis Gl. (5) mit α_1, α_2, α_3 bezeichnet haben und nun allgemein α_n nennen wollen, wird gewöhnlich vom Druckverhältnis $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$ und von der Reynoldsschen Zahl $R = \frac{w\, d}{\nu}$ abhängen (w = mittlere Geschwindigkeit, d = lichte Weite, ν = kinematische Zähigkeit). Man kann dem durch die Zerlegung von α_n in zwei Faktoren α und Φ_n Rechnung tragen, wobei α eine nur von der Reynoldsschen Zahl, Φ_n eine auch vom Druckverhältnis abhängige Größe bedeutet.

Auf die Zweckmäßigkeit einer solchen Zerlegung haben z. B. S. I. Davies und C. M. White[3]) hingewiesen. Sie gehen aus von einer Gleichung, die in unsrer Bezeichnungsweise lautet:

$$V = \alpha_4 F \sqrt{2\, g\, \frac{p_1 - p_2}{\gamma}} = \alpha\, \Phi_4 F \sqrt{2\, g\, \frac{p_1 - p_2}{\gamma}} \quad (9),$$

wobei

$$\Phi_4 = \left[\frac{\frac{1}{1-\frac{p_2}{p_1}} \cdot \frac{\varkappa}{\varkappa - 1}\left(1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right)\cdot\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}}}{\frac{1-\mu^2 m^2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{\varkappa}}}{1-\mu^2 m^2}}\right]^{\frac{1}{2}} \quad \ldots (10).$$

[2]) Der Einfluß von $\varkappa$ ist auch hier gering:
z. B. bei $\mu\, m = 0{,}60$ und $\frac{p_2}{p_1} = 0{,}98$ $\begin{cases} \Phi_3 = 0{,}9920 \text{ für } \varkappa = 1{,}40 \\ \Phi_3 = 0{,}9902 \text{ „ } \varkappa = 1{,}10 \end{cases}$

[3]) S. I. Davies und C. M. White, „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 5.

Hierin soll V das in der Zeiteinheit durch die Düse strömende Gasvolumen sein. Die Verfasser geben nicht an, auf welchen Querschnitt der Düse sich dieses Volumen V bezieht und welches γ zugrunde gelegt ist. Doch folgt aus dem Vergleich mit Gl. (2), daß das dem Druck p_1 entsprechende durch den Rohrquerschnitt vor der Düse strömende Volumen V_1 und die Dichte γ_1 gemeint sein müssen.

In diesem Fall ist in der Tat die Zerlegung von $\alpha_n = \alpha_4$ in α und $\Phi = \Phi_4$ von Nutzen, da, wie man aus Zahlentafel 2 ersieht, Φ_4 wesentlich kleiner als 1 ist.

Zahlentafel 2
Werte für Φ_4 nach Gl. (9)
(für $\mu\, m = 0{,}16$ und $\varkappa = 1{,}40$)

$\frac{p_2}{p_1}$	Φ_4
0,99	0,9944
0,98	0,9890
0,95	0,9718
0,90	0,9433
0,80	0,8834

Wie sich die besprochene Zerlegung auswirkt, zeigen Davies und White an der Hand der Versuche von Jakob und Erk[4]) mit Normaldüsen, bei denen das kleinste Druckverhältnis $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 0{,}984$, entsprechend $\Phi_4 = 0{,}991$, gewesen war.

Abb. 1. Φ_3 für verschiedene Öffnungsverhältnisse.

Da Jakob und Erk nach ihren Messungen die oben durch $\alpha_n = \alpha\, \Phi_n$ bezeichnete Durchflußzahl als unabhängig von der Reynoldsschen Zahl angenommen haben, so müßte, weil Φ_4 in ihrem Meßbereich um etwa 1 vH abnimmt, α um ebensoviel zunehmen. In Wirklichkeit haben jedoch Jakob und Erk ihre Durchflußzahlen nicht nach Gl. (9), sondern nach Gl. (5) berechnet, wobei als Volumen nicht V_1, sondern das dem Druck p_2 entsprechende, durch den kleinsten Strömungsquerschnitt tretende Volumen V_2 und als Dichte nicht γ_1, sondern $\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$ einzusetzen ist[5]).

Da hierbei, wie aus Spalte 4 der Zahlentafel 1 hervorgeht, Φ_3 fast genau gleich 1 ist, so gilt $\alpha_3 = \alpha$, und eine Zerlegung der Durchflußzahl ist völlig überflüssig[5a]). Dies zeigt zugleich, wie sehr die Berechnung der Durchflußzahl nach Gl. (5) und (5b) der Rechnung nach Gl. (9) überlegen ist.

Abhängigkeit der Durchflußzahl für Normaldüsen von der Reynoldsschen Zahl

Jakob und Erk konnten bei ihren Versuchen keine Veränderlichkeit der Durchflußzahl der Normaldüsen mit

[4]) Vergl. M. Jakob und S. Erk, Forschungsarbeiten Heft 267 (1924) und Z. Bd. 70 (1926) S. 581.

[5]) Jakob und Erk sprechen am Anfang ihrer Abhandlung von der „Strömung in einer Einschnürung (Düse, Staurand, Venturirohr)"; sie benutzen bei der Definition ihrer Gl. (1) die Ausdrücke vor, in und hinter der Einschnürung und meinen damit die Stellen, die den Dichten γ_1, $\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$ und γ_2 zugeordnet sind, was bei dieser Gelegenheit klargestellt werden soll.

[5a]) Vergl. M. Jakob, „Engineering" Bd. 124 (1927) S. 838.

der Reynoldsschen Zahl feststellen. Es ist ihnen jedoch bei der Berechnung des Volumens ein kleiner Fehler unterlaufen, dessen Berichtigung das Ergebnis etwas ändert. Sie haben nämlich in Gl. (5b) für V_2 den Wert $w_D F$ eingesetzt, wobei w_D aus ihrer Gl. (18)

$$w_D = w \frac{d^2}{d_D{}^2} \frac{\gamma}{\gamma_D}$$

zu ermitteln ist. Hierin bedeutet:

w die Geschwindigkeit der Luft in einem der Düse vorgeschalteten glatten Rohr von der lichten Weite d,
γ die Dichte der Luft in diesem Rohr,
d_D die kleinste lichte Weite der Düse,
γ_D die Dichte der Luft im kleinsten Strömungsquerschnitt, dem Druck p_2 entsprechend.

γ_D muß also die in Gl. (5 b) mit γ_2 bezeichnete Dichte sein. Statt dessen haben Jakob und Erk, wie aus ihren Originalprotokollen hervorgeht, $\gamma_D = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$ eingesetzt. Daher sind die von ihnen ermittelten Durchflußzahlen α etwas zu klein. Sie sind mit dem Faktor $\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\gamma_1}{\gamma_2}\right)$ zu multiplizieren, für den unter Annahme adiabatischer Expansion

$$\chi = \frac{1}{2}\left[1 + \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\varkappa}}\right]$$

gesetzt werden kann.

Einige Zahlenwerte für χ sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Zahlentafel 3
Berichtigungsfaktor zur Durchflußzahl von Jakob und Erk

$\frac{p_2}{p_1}$	χ
0,999	1,0004
0,995	1,0018
0,990	1,0036
0,980	1,0073
0,970	1,0110

Da Jakob und Erk bei den Normaldüsen nur mit Druckverhältnissen $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \geqq 0{,}984$ gearbeitet haben, so ist $\chi < 1{,}006$. Im einzelnen liegt die erforderliche Berichtigung bei ihrer

Düse d_I ($d_D = 20$ cm) zwischen 0 und 1 vT,
„ d_{II} ($d_D = 14$ cm) „ 0 „ 2 „,
„ d_{III} ($d_D = 7$ cm) „ 1 „ 6 „.

Die größten Berichtigungen gehören zu der größten Luftgeschwindigkeit oder zur größten Reynoldsschen Zahl.

Dies bedeutet, daß in der zeichnerischen Darstellung von Jakob und Erk, bei der α als Funktion der auf die Strömung im engsten Querschnitt bezogenen Reynoldsschen Zahl $R_D = \frac{w_D\, d_D}{\nu_D}$ aufgetragen ist, die Werte von α für die kleineren Reynoldsschen Zahlen ($R_D \sim 100\,000$) erhalten bleiben, während α für die größeren vorkommenden Reynoldsschen Zahlen ($R_D \sim 300\,000$) um rd. ½ vH gehoben wird. Obwohl nun Jakob und Erk ihre Meßgenauigkeit auf nur etwa ¾ vH schätzen, so ist doch die erwähnte Berichtigung für den Gang der Durchflußzahl α mit der Reynoldsschen Zahl nicht mehr gleichgültig.

Schon aus der Darstellung von Jakob und Erk[6]) hätte man nach Weglassen der herausfallenden Versuchspunkte Nr. 1, 2, 3 eine kleine Zunahme der Durchflußzahl der Normaldüse mit der Reynoldsschen Zahl R_D herauslesen können. Berichtigt man nun aber die Versuchsergebnisse in der angegebenen Weise, so wird es sehr wahrscheinlich, daß zwischen $R_D = 100\,000$ und $R_D = 300\,000$ die Durchflußzahl α der deutschen Normaldüse um mindestens ½ vH zunimmt.

Dies ist in Einklang mit noch unveröffentlichten neueren Versuchen von Jakob und Kretzschmer, die oberhalb $R_D = 300\,000$ eine weitere Zunahme der Durchflußzahl gefunden haben.

Zusammenfassung

Beim Durchfluß von Gasen und Dämpfen durch Düsen und Stauränder kommt man mit der einfachsten Durchflußformel aus, wenn man nicht die beim Eintritt oder Austritt herrschende Dichte, sondern das Mittel aus beiden einsetzt. Eine Zerlegung der Durchflußzahl in einen vom Druckabfall und einen auch von der Reynoldsschen Zahl abhängigen Faktor ist dann überflüssig.

Die auch von Jakob und Erk bei ihren Düsenmessungen benutzte einfache Durchflußformel mit der mittleren Dichte ist daher anderen Formeln praktisch überlegen. Nach Anbringen einer Berichtigung an den Berechnungen von Jakob und Erk ergibt sich ein leichter Anstieg der Durchflußzahl von Normaldüsen mit der Reynoldsschen Zahl. [B 950]

[6]) Vergl. M. Jakob und S. Erk, Forschungsarb. Heft 267, Abb. 1 und Z. Bd. 70 (1926) S. 584, Abb. 7.

Braunkohlenverschwelung in Verbindung mit Kesselfeuerung [1])

Die ersten Versuche[2]) an einer von Julius Pintsch, A.-G., gelieferten, mit einem normalen Schrägwasserrohrkessel im Städtischen Elektrizitätswerk Lichtenberg zusammengebauten Vorschwelanlage fielen sehr günstig aus und ließen vermuten, daß infolge der hohen Einnahmen aus dem Teerverkauf die Anlagekosten in etwa 1¾ Jahren getilgt sein würden.

In dem Bestreben, den im eigenen Betrieb erforderlichen Braunkohlenurteer selbst zu erzeugen, hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft inzwischen an zwei Stellen solche Vorschwelanlagen für Braunkohlenbriketts eingebaut, und zwar an einem 600 m²-Steilrohrkessel eines Bahnkraftwerkes und an zwei 500 m²-Steilrohrkesseln eines Ausbesserwerkes. Hier liegen die Ergebnisse eingehender Versuche und auch längere Betriebserfahrungen vor.

Die Anordnung der Schwelanlage ist grundsätzlich nicht von der früher beschriebenen im Elektrizitätswerk Lichtenberg verschieden. Die Preßkohlen fallen aus einem Bunker in einen Schacht und gelangen von dort über ein einstellbares Wehr auf den Wanderrost. Heiße Verbrennungsgase treten von unten in den Schacht ein, strömen entgegen der absinkenden Brikettschicht und entgasen sie. Ein Gebläse saugt die Schwelgase am oberen Ende des Schachtes durch einen Röhrenkühler ab; die Gase geben ihren Teergehalt in einen Teerscheider ab und werden endlich durch Gasbrenner dem Feuerraum wieder zugeführt. Die Brenner befinden sich im hinteren Teile der Feuerung und sind schräg nach oben gerichtet.

Sorgfältige Auswahl des Brennstoffes erwies sich als unumgänglich notwendig. Brennstoffe, die während des Schwelvorganges zerfallen, erfordern höhere Leistung des Gebläses, was wieder den sehr schädlichen Staubgehalt im Schwelgas vergrößert. Am besten eignen sich feste Semmelbriketts.

Der ursprünglich benutzte Wanderrost war 6 m lang und hatte ein 1650 m langes Zündgewölbe. Da der Brennstoff in sehr heißem Zustande, teilweise schon brennend, auf den Rost gelangt, traten sehr hohe Rosttemperaturen auf, die zu schnellem Verschleiß des Mauerwerkes und der Rostglieder führten. Einbau eines kürzeren kräftigeren Rostes und Verkürzung des Zündgewölbes auf 1400 mm beseitigten diese Schwierigkeiten.

Nach den Versuchsergebnissen betrug die Teerausbeute 7,9 vH des Brikettgewichtes gegenüber 60 vH Ausbeute in der Aluminiumretorte. Bei 22 kg/m²h Kesselbelastung wurden täglich 4,8 t Teer gewonnen. Dem Kessel wurden 59,6 vH der Gesamtwärme durch Schwelkoks, 40,4 vH durch Schwelgase zugeführt. Der Wirkungsgrad betrug bei der ursprünglichen Feuerung 74,5 vH, ist aber jetzt wesentlich höher. Die gesamten Anlagekosten betrugen 75 000 ℳ; die Ersparnisse schätzt man auf jährlich 33 600 ℳ. [N 1176] Pf

[1]) Fr. Landsberg, „Braunkohle“ Bd. 27 (1928) S. 21; „Die Wärme“ Bd. 50 (1927) S. 849.
[2]) s. a. Z. Bd. 66 (1922) S. 869.

Die Erschütterungen im Straßenbahnbetrieb

Von Dipl.-Ing. Ph. Kremer, Berlin

Seismographische Messungen der Bodenerschütterungen durch verschiedene Straßenbahnwagen — Motorerschütterungen bei verschiedener Motoraufhängung

Die Erschütterung des Erdbodens

Die Frage, ob bei Straßenbahn-Triebwagen die Motoren mit Tatzenlager ausgebildet werden sollen, oder ob sie besser am Wagenkasten vollkommen federnd aufzuhängen sind, beschäftigt seit etwa neun Jahren die Wagenkonstrukteure der verschiedenen Länder. Die allgemeinen Vorzüge der federnden Aufhängung, wobei der Motor mittels Kardanwelle die Achsen antreibt, seien hier nur kurz aufgezählt:

Schonung des Motors infolge vollkommen federnder Aufhängung; Fortfall der Tatzenlager; dauernd richtiger Eingriff der Zahnräder; lange Lebensdauer und ruhiger Gang der im Ölbad laufenden Zahnräder; verminderte Beschädigung des Motors durch Spritzwasser infolge seiner geschützten Lage; Möglichkeit, größere Leistung einzubauen als bei Tatzenlagern bei gleichem Raddurchmesser infolge der höheren Lage des Motors; geringe Wartungskosten.

Im folgenden ist ein weiterer Vorteil des vollkommen abgefedert aufgehängten Motors durch Versuchszahlen näher begründet, nämlich die Schonung des Gleises infolge Verminderung der ungefederten Massen.

Um die Größe der auf das Gleis durch verschiedene Wagen übertragenen Erschütterungen festzustellen, hat die Berliner Straßenbahn im Verein mit dem Geodätischen Institut Potsdam, Abteilung für Geophysik, Prof. Dr. Angenheister und Dr. phil. Schneider, die Bodenerschütterungen seismographisch ermittelt, die ein Triebwagen mit Kardanantrieb und ein Triebwagen mit Tatzenlagermotor beim Befahren einer Kreuzung verursachten. Die Berliner Straßenbahn wurde zu diesen Versuchen angeregt durch die Versuche von Essers und Kappes[1]), die die durch Kraftfahrzeuge verursachten Bodenerschütterungen seismographisch feststellten.

Versuchsanordnung: Der Versuchsanordnung lag der Gedanke zugrunde, daß die Stöße, die das Gleis beim Befahren einer Gleisunebenheit durch verschiedene Straßenbahnwagen erleidet, sich in jeweils gleichem Maß auf den Erdboden übertragen. Die Gleisunebenheit war gegeben durch die in Abb. 1 wiedergegebene Kreuzung des Straßenbahngleises mit der Staatsbahn. Der Erschütterungsmesser, Abb. 2, war 25 m seitlich der Kreuzung in einem Zelt aufgestellt. Das Straßenbahngleis hat an der Kreuzung Vollprofil, d. h. das Straßenbahnwagenrad läuft mit seinem Spurkranz auf der Rille, während die eigentliche Lauffläche des Rades nicht zum Tragen kommt. Bei 720 mm Raddurchmesser der beiden Vergleichswagen und einer Unterbrechung des Gleises durch die Kreuzung auf 40 mm konnte das Rad theoretisch an der Kreuzungsstelle im Höchstfall um 0,15 mm einsinken.

[1]) Mitteilungen aus dem Laboratorium für Kraftfahrwesen und der Erdbebenwarte der Technischen Hochschule Aachen: „Bodenerschütterungen durch Kraftfahrzeuge", Automobil-Rundschau Bd. 29 (1927) S. 97; vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 495.

Abb. 2
Erschütterungsmesser der Berliner Straßenbahn.

Abb. 1
Gleiskreuzung.

Die Kreuzung wurde von den Wagen verschiedener Bauart stromlos mit verschiedener Geschwindigkeit befahren, die durch geeichte Geschwindigkeitsmesser abgelesen wurde. Die Seismographen, die im Verlaufe des letzten Jahres in der seismischen Abteilung des Geodätischen Instituts Potsdam konstruiert worden sind, waren mit einer Dämpfung von 5 : 1 bis 6 : 1 versehen und lieferten 3000-fache Vergrößerungen für die beiden wagerechten Komponenten (parallel und senkrecht zum Gleis), und 1500-fache Vergrößerungen für die lotrechte Komponente. Abb. 3 bis 8 zeigen die mit dem Gerät gewonnenen Schaulinien, Abb. 9 die geometrisch addierten Ausschläge der senkrechten und der beiden wagerechten Komponenten bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

Die untersuchten Wagen hatten folgende Kennzeichen:

1. Wagen Nr. 5928, Zweiachswagen, Leergewicht 11,2 t, Motor mit Tatzenlager, einfache Stirnradübersetzung 1 : 5,92, ungefedertes statisches Gewicht je Achse einschließlich Zahnräder mit Schutzkasten und Achsbüchse 1130 kg, Raddurchmesser 720 mm, Radstand 2,8 m.
2. Wagen Nr. 5949, Wagenkasten und Federung genau wie vorstehend, Motor jedoch am Wagenkasten federnd aufgehängt, mit Kardanwelle und doppeltem Vorgelege 1 : 6,03 die Räder (720 mm Dmr.) antreibend; Radstand 2,8 m, Gewicht 11,87 t, ungefedertes Gewicht einschließlich Zahnradgehäuse und Achsbüchsen 992 kg.

Abb. 3 bis 5
Ausschläge in Richtung der verschiedenen Komponenten bei 27 km/h Geschwindigkeit.

Die beiden Wagen wurden unbelastet, ferner der Wagen Nr. 5949 außerdem mit 3 t Belastung im Wagenkasten und der Wagen 5928 mit ungefederter Zusatzlast von 500 kg (je Achse 250 kg), über die Kreuzung gefahren.

Abb. 9
Geometrisch addierte Ausschläge in Richtung der drei Komponenten (lotrechte und zwei wagerechte) bei verschiedenen Wagen und verschiedenen Geschwindigkeiten.

Art des Wagens	Eigengewicht des Wagens t	ungefedertes statisches Gewicht kg
a Wagen mit Tatzenlagermotor	11,2	1130
b " " " und 500 kg ungefederter Zusatzlast	11,7	1630
c Wagen mit Kardanmotor	11,87	992
d " " , und 3 t Nutzlast	14,87	992
e Vierachswagen	15,4	-
f Anhängewagen (zweiachsig).	7	600

Abb. 6 bis 8
Desgl. wie Abb. 3 bis 5 bei 8,8 km/h.

Zum Vergleich wurden schließlich Versuche gemacht mit einem Vierachswagen von 15,4 t Eigengewicht mit 2 Maximumdrehgestellen, Radstand 1,3 m, Drehpunktabstand 5,5 m, unbelastet, Raddurchmesser 800 und 560 mm, der teilweise einen unbelasteten Anhängewagen zog. Der Anhängewagen hatte 7 t Eigengewicht, 720 mm Raddurchmesser, 2,8 m Radstand und 600 kg ungefedertes statisches Gewicht je Achse.

Abb. 9 läßt erkennen, daß der leere Tatzenlagerwagen bei großer Geschwindigkeit das Gleis bis zu 17 vH mehr erschüttert als der leere Kardanwagen. Von einer Geschwindigkeit von 21 km/h ab ruft er auch im unbeladenen Zustande größere Erschütterungen hervor als der mit 3 t beladene Kardanwagen.

Eine Verstärkung der ungefederten Zusatzlast beim Tatzenlagerwagen um 250 kg je Achse macht sich im Durchschnitt durch eine etwa 3 vH betragende Steigerung der Stöße gegenüber dem unbeladenen Wagen geltend. Das ist verhältnismäßig wenig, wenn man es mit der 17 vH betragenden Steigerung der Stöße infolge des Unterschiedes im ungefederten Gewicht beim Kardanwagen (992 kg) und beim Tatzenlagerwagen (1130 kg) vergleicht. Dies scheint dadurch begründet zu sein, daß die 250 kg ungefederter Zusatzbelastung auf Grund der Art

Abb. 10
Erschütterungsmesser der Deutschen Reichsbahn.

Abb. 12
Kardanwagen 5949, Motoraufhängung abgefedert am Wagenkasten, lotrechte Stöße — Meßgerät gedämpft.

Abb. 13
Wagen 5928 mit Tatzenlagermotor, lotrechte Stöße — Meßgerät gedämpft.

Abb. 11
Stöße auf den Motor. Vergleich des Tatzenlagermotors und des am Wagenkasten federnd aufgehängten Motors (Kardan); Meßgerät gedämpft.
a Tatzenlagermotor
b Motor federnd am Wagenkasten aufgehängt

ırer Anbringung das dynamische ungefederte Ge-
icht nicht wesentlich vermehrten, während dies bei dem ngefederten Tatzenlagermotor der Fall ist[2]).

Der Vierachswagen ruft bis zu 34 km/h Geschwindigeit erheblich verminderte Gleisstöße hervor, jedoch ist u beachten, daß die Zahl der Gleisstöße doppelt so groß st als beim Zweiachswagen.

[2]) Vergl. Furrer, Bestimmung des ungefederten Gewichtes bei rammotoren, Schweiz. Bauzeitung Bd. 89 (1927) S. 13.

Der Anhängewagen mit geringem Eigengewicht und geringer ungefederter Masse ist naturgemäß, was Gleisbeanspruchung betrifft, am günstigsten.

Allgemein kann man sagen, daß bei Zweiachswagen der Triebwagen mit völlig federnd aufgehängtem Motor und Kardanantrieb das Gleis bedeutend mehr schont als der Tatzenlagermotor, es sei denn, daß dieser, was bei dem Motor von Brown Boveri & Cie. mit doppeltem Vorgelege der Fall ist, gleichfalls nur geringe ungefederte Massen hat.

Die Erschütterung des Motors

In diesem Zusammenhang seien noch einige Schaulinien wiedergegeben, die die Erschütterungen des Motors selbst darstellen. Diese Versuche wurden mit Hilfe eines von der Reichsbahn, Wagenversuchsabteilung des Ausbesserungswerks Potsdam, entwickelten Gerätes, Abb. 10, gewonnen, das an den Motoren der beiden unbeladenen Wagen Nr. 5949 und Nr. 5928 (das sind also die gleichen Wagen, die man zu den vorher beschriebenen Versuchen benutzt hatte) jeweils fest aufgebracht worden war. Die Versuchstelle war die gleiche Kreuzung, die in Abb. 1 dargestellt ist. Die Geschwindigkeit wurde gleichfalls an geeichten Geschwindigkeitsmessern abgelesen. Die Schaulinien, Abb. 11 bis 13, geben ein Bild von den erheblich geringeren Erschütterungen, die die vollkommen federnd aufgehängten Motoren (Wagen Nr. 5949) gegenüber Tatzenlagermotoren erleiden, und bedürfen keiner weiteren Erläuterung. [B 868]

Meßgerät für Wärmeverluste

Auf der Ausstellung, die alljährlich in South Kensington von physikalischen und optischen Vereinen veranstaltet vird, war ein Meßgerät[1]) zur Bestimmung von Wärmeverlusten an Kesselbekleidungen oder heißen Körpern zu sehen.

Die Oberfläche einer Kapsel wird der Wärmeausstrahlung der zu untersuchenden Fläche ausgesetzt, und zwar ntweder in unmittelbarer Berührung mit der Fläche oder ur alleinigen Messung der Strahlung in einem Abstand avon. An diese Kapsel ist auf einer Seite ein hochempindliches Manometer, auf der andern eine Kapillare angeschlossen, durch die die Luft entweicht. Das Manometer eigt die Druckerhöhung des Luftinhalts der Kapsel durch ie Erwärmung an. Die Drucksteigerung hält solange an, is die Volumenzunahme infolge der Wärmeaufnahme mit em Luftaustritt durch die Kapillare übereinstimmt. Während dieses Gleichgewichtzustandes, der einige Sekunden anhält, wird abgelesen.

[1]) „The Engineer" Bd. 145 (1928) S. 44.

Die Kapsel ist von einem Wasserring umgeben, der die Temperatur des Gerätes unveränderlich hält. Dieser Ring ist mit einem Thermometer versehen. Eine Änderung der Wassertemperatur um mehrere Grad Celsius ist ohne merkbaren Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Bei längeren Meßreihen wird der Wasserinhalt erneuert.

Durch Auswechseln der Kapillare kann der Ablesemaßstab verschiedenen Meßbereichen angepaßt werden. Die Kapillare ist durch ein Filter geschützt, so daß nach der Messung beim Wiedereintritt der Luft keine Verunreinigungen in die Kapsel eintreten können. Zur raschen Abkühlung für eine erneute Messung wird die Kapsel mittels eines Gummiballs außen angeblasen. Die Berichtigungswerte für verschiedene Wasserringtemperaturen sind in einer Eichtafel zusammengestellt. Der Erfinder des Gerätes ist Captain A. Blackie. [N 1177] Ls.

RUNDSCHAU

Betrieb

Verfahren der Industrieforschung[1])

Die rein wissenschaftliche Forschung ist bei ihren Laboratoriumsuntersuchungen darauf bedacht, in erster Linie mit möglichst einfachen Verhältnissen und reinen Rohstoffen zu arbeiten. In der chemischen Industrie stellen sich der Übertragung solcher Laboratoriumversuche in den Großversuch und die Praxis auch meist keinerlei Schwierigkeiten grundsätzlicher Art entgegen. Dort ist man in der Lage, die Versuchsbedingungen hinsichtlich Reinheit der Stoffe und Beherrschung der Drücke und Temperaturen ohne weiteres auch im praktischen Betrieb innezuhalten, weil die Temperaturen verhältnismäßig so niedrig sind, daß man über zahlreiche Hilfsmittel zu ihrer Beherrschung verfügt.

Der Eisenhüttenmann bewegt sich dagegen bei seinen wichtigsten Prozessen in einem engbegrenzten Höchsttemperaturgebiet zwischen den geforderten Reaktionstemperaturen und den Abschmelztemperaturen seiner Ofenbaustoffe.

Aufgabe der mit der Technik arbeitenden Wissenschaft, der Industrieforschung, ist es, die Erzeugung bestgeeigneter und gleichmäßiger Erzeugnisse mit möglichst geringem Ausschuß zu überwachen und zu ermöglichen. Da die im Laboratorium üblichen wissenschaftlichen Verfahren aus den erwähnten Gründen in der Eisenindustrie nur beschränkt anwendbar sind, hat ihre Industrieforschung Verfahren entwickelt, die als verfeinerte, zahlenmäßig ausdrückbare Erfahrung bezeichnet werden können. Unter Anwendung auf andern Gebieten längst bekannter mathematisch-statistischer Verfahren hat die Eisenindustrie die Erfahrung zur Großzahlforschung[2]) entwickelt, zur genauen zahlenmäßigen Wertung an sich stark streuender Beobachtungswerte.

Verschiedene Wege führen zum Ziele der Gütesteigerung durch Auswertung der Erfahrung: Wir können uns z. B. einzelne Stücke aus der Erzeugung oder vom Verbraucher beschaffen, die sich entweder besonders gut oder besonders schlecht bewährt haben. Die Teile werden dann im Laboratorium einer sehr genauen chemischen, physikalischen, metallographischen und mechanischen Prüfung unterworfen. Wir wissen, welche Eigenschaften z. B. eine Kurbelwelle gegenüber diesen Prüfverfahren im allgemeinen zeigen muß, und können aus Abweichungen Rückschlüsse darauf ziehen, ob die im Einzelfall beobachtete Abweichung vom Normalen die vermutliche Ursache des Versagens oder besonders günstigen Verhaltens war.

Um die Fertigung von Werkstoffen hoher und gleichmäßiger Güte trotz der unvermeidlich schwankenden Betriebseinflüsse sicher und dauernd zu erreichen, muß ma dann weiter wissen, wie die Hauptbetriebseinflüsse in de einzelnen Arbeitsgängen wirken. Alle Betriebseinflüss gleich zu erhalten oder auch nur messend auf gleichblei bende Werte umzurechnen, ist schon deshalb unmöglich weil wir viele Einflüsse gar nicht kennen, andre wiede nicht genau genug messen können. Trotzdem läßt sic das Gleichbleiben aller Einflüsse mit Ausnahme des b wußt veränderten durch einen kleinen Kniff ermögliche wenn wir nämlich z. B. zwei Blöcke nahezu gleichzeitig i gleichen Öfen, auf gleichen Walzen verarbeiten und nur a einer Stelle bewußt einen Unterschied eintreten lasse Man kann dieses Verfahren als Differenzverfahren b zeichnen.

Mit dem Differenzverfahren kann man nur die Wirkun eines Einzeleinflusses feststellen; sicherer und fruchtbare ist bei Ermittlung von Betriebseinflüssen die Großzahl forschung. Man verfährt dabei so, daß man vom Einsetze des Schmelzgutes bis zum fertigen Gebrauchstück währen einer Versuchzeit alle durch Messung erfaßbaren Einflüss mit Betriebsmitteln mißt, Abb. 1. Gleichzeitig sorgt man da für, daß diese Einflüsse möglichst stark schwanken. Ma vergießt z. B. einzelne Blöcke sehr kalt, andre sehr heiß ändert die Walzdrücke, Walztemperaturen, Glühbedingunge usw. Endlich sorgt man durch entsprechende Bezifferun der Einzelstücke dafür, daß man noch am fertigen Stüc genau feststellen kann, welchem Blockteil es entstamm mit welchen Temperaturen das Stück als Block und al Knüppel verwalzt und warmbehandelt wurde. Soll nu z. B. festgestellt werden, in welcher Richtung sich die ein zelnen Betriebsfaktoren auf den Ausschuß bemerkbar machen so bildet man rein rechnerisch zunächst eine Häufigkeits kurve oder auch den Mittelwert der Ausschußzahlen alle derjenigen Stücke, die z. B. bei 1180 bis 1210° verwalz wurden, dann wieder die mittlere Ausschußzahl aller der jenigen Stücke, die bei 1210 bis 1240° verwalzt wurden und so fort. Die erhaltenen Mittelwerte werden in ei Schaubild eingetragen, das die Beziehungen zwischen den Ausschußanteil und der Walztemperatur wiedergibt.

Man erhält auf diese Weise Kurvenzüge für den Ein fluß der verschiedensten bei dem Versuch beobachteten Fak toren auf die Ausschußzahlen, die in Form von Betriebs regeln sofort anwendbar sind. In ganz ähnlicher Weise lassen sich die Betriebseinflüsse auf bestimmte Festigkeits werte, Abmessungen, ausgebrachte Mengen, Kosten usw ermitteln.

In manchen Werken werden heute zur Bewältigung der Lohnrechnungen und Aufstellung von kaufmännischen Statistiken selbsttätige, auf dem Verfahren der Kartenlochung beruhende Rechenmaschinen, etwa nach der Bauart Hollerith, verwendet. Die Maschinen, die gewöhnlich nicht voll ausgenutzt sind, lassen sich in vorzüglicher Weise zur Großzahlauswertung und Überwachung von Betriebzahlen heranziehen. Abb. 2 zeigt, wie eine solche Karte für die Ermittlung des Zusammenhanges zwischen der chemischen Analyse und den Festigkeitseigenschaften von mehreren 1000 Schienenchargen aufgestellt wurde. Die Maschine läßt sich so einstellen, daß sie nicht nur die Gesamthäufigkeitskurven über alle Festigkeiten und Dehnungen, sondern auch die normalen Festigkeitswerte für bestimmte Kohlenstoff-, Mangan- usw. Gruppen nahezu selbsttätig gibt. Nach dem Kohlenstoffgehalt ausgewertet ergaben sich z. B.

[1]) Auszug aus dem Vortrag in der Werkstofftagung, Reihe 1, 24 Oktober 1927.

[2]) Z. Bd. 67 (1923) S 643, Bd. 69 (1925) S. 1542.

Abb. 1
Gang der Untersuchung, um durch Großzahlforschung die Wirkung mehrerer Betriebseinflüsse gleichzeitig zu ermitteln.

Abb. 2
Hollerithkarte zur Großzahlforschung.
Entzifferung der Hollerithkarte:
Werk: 28. Zeit: 3.. 7. 1926. Schmelzung Nr. 204?. Profil: 1.
Analyse: 0,58 vH C, 0, 8 vH Mn, 0,083 vH P, 0,034 vH S.
Festigkeitswerte: 10,5 vH Dehnung, 80,2 kg/mm² Festigkeit, 13 vH Einschnürung.

bei Thomas-Schienen die drei Kurven für die Festigkeit, Einschnürung und Dehnung, Abb. 3, die dem Betrieb als wertvolle Anhaltzahlen für die bei einem bestimmten Kohlenstoffgehalt normalerweise zu erwartenden Festigkeitswerte dienen, außerdem aber die für bestimmte Stahlsorten und Profile ziemlich unverrückbaren Beziehungen zwischen der Festigkeit und der Dehnung oder Einschnürung anzeigen, die leider von manchen Abnahmevorschriften zu wenig beachtet werden.

Es hat sich weiter gezeigt, daß sich die Befolgung mehrerer Betriebsregeln, die sich aus der Großzahl-Auswertung von Betriebzahlen in verschiedenen Arbeitsgängen der Erzeugung ergaben, nicht nur additiv, sondern man möchte fast sagen multiplizierend auf die Verringerung des Ausschusses und auf die Besserung der Güte usw. auswirkt. Das liegt wohl daran, daß eigentlich selten für einen bestimmten Fehler nur ein Betrieb verantwortlich gemacht werden kann.

Abb. 3
Einfluß des Kohlenstoffes auf die Festigkeitswerte. Großzahlauswertung aus 890 Zerreißversuchen und Analysen von Schienenwerkstoff.

Leider fehlt bis heute fast überall die für den Erzeuger mindestens ebenso wichtige Erfahrung des Verbrauchers. Auch hier ist die Erfahrung zur Entwicklung unsrer Arbeitsverfahren und zum Aufbau neuer Stahlsorten nur dann praktisch verwendbar, wenn sie nicht gefühlsmäßig, sondern zahlenmäßig übermittelt wird.

Ansätze zu einer besseren zahlenmäßigen Erfassung der Erfahrungen des Verbrauchers zeigt z. B. die Kraftwagen-Statistik des englischen Royal Automobil Clubs. Die Vereinigung, der die überwiegende Mehrzahl der englischen Kraftwagenbesitzer angehört, verpflichtet ihre Mitglieder, über alle Unglücksfälle, die sie unterwegs erlitten haben, Meldungen einzureichen. Die Meldungen werden jährlich statistisch ausgewertet und zeigen ein recht bemerkenswertes Bild, Abb. 4. Man kann aus dem Bild sofort die Schlußfolgerung ziehen, daß Konstrukteur und Werkstofferzeuger in erster Linie ihre Anstrengungen auf Verbesserung der Zündung und der Hinterachsen verwenden müssen, wenn sie zur Sicherheit und Zuverlässigkeit des Kraftwagens beitragen wollen. In ganz ähnlicher Weise werden in Deutschland Meldungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer über Kesselschäden ausgewertet. Es muß nur unter allen Umständen dabei vermieden werden, daß die Auswertungen in besonders aufgemachter Form erfolgen, weil dadurch die heilsame Wirkung auf den Erzeuger leicht in das Gegenteil umschlagen kann.

Durch gegenseitige Übermittlung der Erfahrungen und natürlicher Bedingungen der Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren in Form von Großzahlen und Häufigkeitskurven lassen sich viel reibungsloser und mit größerem Vorteil für beide Teile Abnahmebedingungen vereinbaren, als durch das jetzt noch vielfach übliche Aushandeln. Bei der Festlegung technischer Bedingungen muß der aushandelnde Kaufmann zurücktreten gegenüber dem rechnenden Ingenieur.

In der Praxis werden die Verfahren der Großzahlforschung und der Laboratoriumuntersuchungen überall nebeneinander und in den verschiedensten Zusammenstellungen verwendet. Die Kunst des Industrieforschers bei Erzeuger und Verbraucher besteht darin, für jeden Fall das Verfahren anzuwenden, das am raschesten zum Ziele führt.

Düsseldorf [M 1062] Dr.-Ing. K. Daeves

Erdbau

Über Senkungen von Maschinenfundamenten trotz „guten Baugrundes"

Die vor einiger Zeit in der Tagespresse bekannt gewordene nachträgliche Gründung der abgesackten Fundamente der Mühlen zum Mahlen von Kohlen für die mit Kohlenstaub gefeuerte Kesselanlage des Großkraftwerks Klingenberg mittels Preßbetonpfähle nach dem Patent[1]) der Firma Aug. Wolfsholz, Preßzementbau A.-G., Berlin, gibt Veranlassung, im nachstehenden auf die Eigenart und die Ursache der Setzungen von Maschinenfundamenten trotz ihrer Gründung auf sogenanntem „guten Baugrund" etwas näher einzugehen.

Abb. 4
Hauptursachen von Kraftwagen-Betriebstörungen in vH der gemeldeten Betriebstörungen nach Angaben des engl. Royal Automobile-Club für 1926.

Man hat in jüngster Zeit immer öfter beobachtet, daß ein aus Sand oder feinem Kies bestehender Baugrund unter der Belastung von Fundamenten für Maschinen mit hoher Umlaufzahl nach kürzerem oder längerem Betriebe Setzungserscheinungen zeigte. Es handelte sich hierbei meist um einen Baugrund, der sich bis dahin nicht nur unter ruhenden Lasten, sondern auch unter gewöhnlichen Maschinenlasten als vollkommen tragfähig erwiesen hatte. Solche Beobachtungen sind in gleicher Weise wie bei den oben erwähnten Mühlenfundamenten auch bei Dampfturbinenfundamenten gemacht worden, und zwar nicht nur auf dem allgemein als „guten Baugrund" anzusprechenden normalen Berliner Sand, auf dem übrigens das ganze obengenannte Elektrizitätswerk mit Ausnahme der Turbinenfundamente ohne besondere künstliche Gründung errichtet wurde, sondern sogar auch auf Sand und Kiesarten von einer so groben Körnung, daß dieser Baugrund zum Teil ohne weiteres für Betonzwecke verwandt werden konnte.

So traten u. a. im Berliner Elektrizitätswerk Moabit, das ebenfalls auf gutem Berliner Sand steht, an dem Fundament einer Dampfturbine von 1500 Uml/min nach kurzer Betriebsdauer immer stärker werdende Senkungen auf, die zu einer Schiefstellung des Fundamentes führten, in einem solchen Ausmaß, daß sich an einer Ecke eine Absackung bis zu 32 cm ergab. Da das Eisenbetonsäulen-Fundament trotzdem keine Risse aufwies, entschloß man sich, es nicht abzubrechen, sondern in gleicher Weise wie die oben erwähnten Mühlenfundamente wieder standfest zu machen[2]).

Ähnliche Bewegungen wurden bei Fundamenten verschiedener Dampfturbinen von 1500 bis 3000 Uml./min in den Kraftwerken Finkenheerd und Trattendorf festgestellt und ebenfalls mittels Preßbetonpfählen zum Stillstand gebracht. In diesen beiden Werken handelte es sich um einen als durchaus guten und tragfähigen Baugrund anzusprechenden Untergrund, bestehend aus reinem groben Sand und feinem Kies.

Während derartige Senkungen bisher meist nur an Fundamenten von Maschinen mit hoher Umlaufzahl beobachtet wurden, zeigt das Beispiel der Kohlenmühlen im Großkraftwerk Klingenberg, daß Senkungen auch bei Maschinen mit niedrigerer Drehzahl eintreten können, wenn aus andern Gründen starke Schwingungen und Erschütterungen durch die Maschine auf das Fundament und damit auf den Untergrund übertragen werden.

Auf der Suche nach einer Erklärung für diese auffallenden Setzungserscheinungen an einem an sich guten Baugrund wird man nicht achtlos vorübergehen dürfen an den ebenfalls recht unangenehmen Erfahrungen, die man bis vor einigen Jahren mit Schwingungs- und Resonanzerscheinungen an den Fundamenten selbst gemacht hat. Diese Erscheinungen haben bekanntlich häufig zu Rißbildungen in den Fundamenten geführt. Den grundlegenden Versuchen und Berechnungsverfahren von Dr. Geiger[3]) und Dipl.-Ing. Ehlers verdanken wir es, wenn wir heute in der Lage sind, derartige nachteilige Schwingungen bei Dampfturbinenunterbauten durch Berechnung und entsprechende Bemessung der einzelnen Bauteile eines solchen Fundamentes mit Sicherheit auszuschließen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß Einflüsse ähnlicher Art, wie sie von der Maschine auf das Fundament ausgeübt werden, von diesem dem Untergrund übermittelt werden. Eine exakt-wissenschaftliche Erklärung für die Beeinflussung bestimmter Bodenarten durch die ihnen auf dem Weg über das Maschinenfundament übermittelten Schwingungen liegt leider noch nicht vor, wie

[1]) DRP Nr. 286 333 und 417 327.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1411. [3]) Z. Bd. 67 (1923) S. 736.

überhaupt unsre Erkenntnisse auf dem Gebiet der bautechnischen Bodenphysik noch sehr der wissenschaftlichen Vertiefung bedürfen. Man darf jedoch annehmen, daß die Beeinflussung des Untergrundes durch das Fundament in ihrer Auswirkung einer gewissen ständigen Durchrüttelung des Bodens gleichgeachtet werden kann, und man weiß, daß bei Sand und Kies durch Rütteln die feinen von den gröberen Körnern geschieden werden, wobei sich der Rauminhalt verkleinert. Ein derartiger Vorgang im Boden müßte jedoch zu einer Störung im Gleichgewichtzustand des Baugrundes führen, womit die Vorbedingung zu Setzungen geschaffen wäre.

Besonders bemerkenswert war die Wahrnehmung, daß Senkungen hauptsächlich dann auftraten, wenn der Sand oder der feine Kies im Grundwasser lag. Es scheint einleuchtend, daß das Wasser befähigt ist, Schwingungen aus dem Fundament leichter aufzunehmen und weiter zu leiten als der Boden selbst, und daher dazu beiträgt, die oben geschilderten Störungen im Baugrund noch zu fördern. Die Setzungen, zu denen derartige Veränderungen in der Lagerung des Baugrundes im Laufe der Zeit führen, können dann noch besonders verstärkt und beschleunigt werden, wenn es sich, wie beispielsweise in Flußniederungen, um strömendes Grundwasser handelt, weil dieses im Sand enthaltene ganz feine und infolge der Scheidung der Teilchen in einen Schwebezustand im Grundwasser versetzte Bestandteile mit der Zeit fortschwemmt, wodurch naturgemäß die Störung in den Lagerungsverhältnissen des Untergrundes noch vergrößert wird.

Es ist begreiflich, daß die Verschiedenartigkeit des Untergrundes wie auch diejenige seiner äußeren Beeinflussung bestimmend ist für das Ausmaß der Setzungen und für die Zeit, in der sich diese nachteilig bemerkbar machen. So sind Fälle vorgekommen, wie beispielsweise beim Überlandkraftwerk Trattendorf, wo Fundamentsenkungen erst nach einigen Jahren anstandlosen Betriebes festgestellt und, wie bereits beschrieben, beseitigt werden mußten.

Wenn erst in den letzten Jahren Fundamentsenkungen in einem Untergrund, der nach bisherigen Begriffen als „guter Baugrund" angesprochen werden mußte, vorgekommen sind, so erklärt sich dies daraus, daß in dieser Zeit die aufgestellten Maschinensätze, gemessen an den bisher üblichen, immer größer geworden sind und die Verstärkung des auf den Boden ausgeübten Impulses damit gleichen Schritt gehalten hat.

Die vorbeschriebenen Erscheinungen haben zu der Erkenntnis geführt, daß auch in „gutem Baugrund" eine Pfahlgründung dann notwendig wird, wenn die genannten Voraussetzungen sowohl bezüglich der Art der Maschine als auch der Art des Untergrundes gegeben sind, d. h. also vornehmlich dann, wenn Maschinen mit hoher Umlauf- oder Schwingungszahl auf im Grundwasser lagernden Schichten von Sand oder feinem Kies gegründet werden müssen. Hierauf mit aller Deutlichkeit hinzuweisen, scheint mir mit Rücksicht auf die zukünftige Ausschaltung von recht unangenehmen Überraschungen während des Betriebes von besonderer Wichtigkeit.

Der Erfolg, zu dem Gründungen mittels Preßbetonpfählen sowohl beim Standfestmachen in Bewegung befindlicher Fundamente als auch bei Neugründungen geführt hat, wird damit erklärt, daß durch die Pfähle bedeutend größere Bodenmassen zur Aufnahme der auf den Untergrund übertragenen dynamischen Wirkungen erfaßt werden, als dies bei einfachen Flächengründungen der Fall ist. Die in Höhe der Fundamentunterkante dem Pfahlkopf naturgemäß in gleicher Stärke wie dem Boden selbst übermittelten Schwingungen und Erschütterungen werden von den in die tieferen Bodenschichten hineinragenden Pfahlschäften allmählich in diese übertragen und haben sich bis zu den Tiefen, in denen die Pfahlenden eingespannt festsitzen, totgelaufen. Selbst wenn Umlagerungen und Lockerungen in den dicht unter der Fundamentplatte lagernden Bodenschichten noch auftreten sollten, so sitzt das Fundament doch immer auf dem Pfahlrost fest auf, und Bodenlockerungen unter der Grundplatte können, falls störend empfunden, dann jederzeit ohne Betriebstörung beseitigt werden, wie dies beispielsweise bei einem Fundament des Elektrizitätswerkes Moabit durch Anbohren der Grundplatte und Einpressen von Zementmörtel unter diese nach dem Verfahren der Firma August Wolfsholz Preßzementbau A.-G., Berlin, mittels Druckluft geschehen ist.

Die Schwierigkeiten, denen sich einige Betriebe in letzter Zeit durch Fundamentsetzungen oben gekennzeichneter Art gegenübergestellt sahen, lassen die Forderung als gerechtfertigt erscheinen, daß der Maschineningenieur und der Bauingenieur von vornherein die Entwurfaufstellung wie auch die Bauausführung von Maschinenfundamenten in verständnisvoller Zusammenarbeit durchführen. Eine Fühlungnahme des Ausschusses für Schwingungen des Vereines deutscher Ingenieure mit dem von der Gesellschaft für Bauingenieurwesen unlängst gegründeten Ausschuß für bautechnische Bodenforschung könnte zu Forschungsarbeiten führen, deren Ergebnisse für die Praxis sicherlich Erfolg versprächen. [N 981]

Berlin-Nikolassee Dr.-Ing. Karl Weidert

Technik und Kultur

Die Schiffbauabteilung des Deutschen Museums in München

Diese Abteilung des Deutschen Museums ist beträchtlich erweitert worden. Der Hauptraum enthält vor allem eine Reihe von Schiffsmodellen, unter denen die mächtige Viermastbark „Herzogin Cäcilie", Länge 94,44 m, Tiefgang 7,13 m, Wasserverdrängung 6300 t, der 290 m lange Vierschrauben-Turbinendampfer „Vaterland", sowie das Linienschiff „Rheinland" auffallen. Das Modell des „Rheinland", Abb. 5, im Maßstab 1 : 25 ist in doppelter Größe wie die übrigen Modelle angefertigt, um im Schnitt alle Einzelheiten getreu nachzubilden und ein Bild der verwickelten Inneneinlagen zu vermitteln. Ferner sind in der Modellsammlung der 12 Segelyachtklassen die an Größe und Ausführung so verschiedenartigen Segelboote einander gegenübergestellt.

So wirkungsvoll alle diese Modellnachbildungen. Abb. 6, sind, die besonders anschauliche Art, wie das Deutsche Museum arbeitet, man denke an die zahllosen Fälle, in denen die Maschinen oder Geräte vom Besucher selbst oder durch den Aufsichtsbeamten zum Arbeiten veranlaßt wer-

Abb. 5
Modell 1:25 des Linienschiffes „Rheinland" 1910.

Abb. 6
Schiffbauhalle des Deutschen Museums, Gruppe Segel- und Dampfschiffe.

den können, zeigt sich gerade in dem großen Schiffsmodellsaal am reinsten an einer ganz unscheinbaren Stelle. Auf einem Wandbrett sind die wichtigsten Verknotungen von Schiffstauen ausgeführt; auf diesem Brett aber hängt unten noch ein loses Doppelseil, an dem der Besucher unter Anleitung des Beamten selbst derartige Knoten ausführen lernen kann.

Ein mit entsprechenden Eintragungen versehener Globus, geographische Karten sowie bildliche Darstellungen geben über die auf unserer Erde im Laufe der Jahrhunderte ausgeführten Entdeckungsfahrten, ferner über die heutigen Schiffahrtlinien zusammenfassend Aufschluß. Ebenso sind die wichtigsten Seeschlachten der Weltgeschichte in Gemälden zur Anschauung gebracht. Das Bemerkenswerteste in diesem Teil der Schaustellungen aus dem schiffstechnischen Gebiet ist eine plastische Darstellung der Skagerrak-Schlacht. Man hat einen bestimmten Augenblick herausgegriffen, die Schiffe sind als zierliche Modelle entsprechend angeordnet und die weitestmöglichen Flugbahnen sämtlicher Geschosse durch feine Drähte angedeutet, so daß hiermit ein vorzüglicher Überblick über den artilleristischen Wirkungsbereich der gegnerischen Geschütze und Flotten gegeben ist. Die militärische Sachlage ist amtlichen Quellen beider Parteien entnommen und kann also den Anspruch erheben, den objektiven Tatbestand wiederzugeben. Weitere wichtige Augenblicke der Schlacht sind in kurzen Beschreibungen aus denselben Quellen festgelegt, so daß man sich von dem Verlauf der ganzen Schlacht ein besonders deutliches Bild machen kann.

In reichhaltiger Sammlung sind die nautischen Instrumente vertreten. Neben Hilfsgeräten, wie Loten, Fernrohren, Sextanten, Sirenen, optischen und akustischen Signalgeräten, Bordwandempfängern, finden wir eine große Anzahl von Gegenständen, die die Entwicklung des Kreiselkompasses zeigen. Sehr eindrucksvoll wirkt das Diorama einer Minensperre. Hinter einer Glaswand ist ein Meeresarm im Schnitt dargestellt, so daß man die Anordnung der Minen bequem übersehen kann. Vor dem Diorama befindet sich eine Mine in tatsächlicher Ausführung. Das z. T. aufgeschnittene erste deutsche Unterseeboot, Abb. 7, ferner Torpedos und Ausstoßrohre vervollständigen das Bild der Seekriegstechnik.

Bekanntlich liegt ein wesentliches Merkmal der Darstellungsweise des Deutschen Museums darin, daß weitgehend auch Originalstücke oder Nachbildungen in Naturgröße und -aufmachung vorgeführt werden. Bei Schiffen ist die Durchführung dieses Grundsatzes nicht gut möglich, und doch hat man es mit allergrößtem Erfolg auch hier verwirklicht, indem man sich an wichtige Schiffsteile hielt. So finden wir die Hütte des Columbus einer heutigen Kapitänshütte gegenübergestellt, sowie den Salon des ersten Hapag-Seglers „Deutschland", einem Teil des Promenadendecks des „Cap Polonio", und vor allem eine Reihe von technischen Darstellungen dieser Art, die erst in allerjüngster Zeit aufgebaut wurden, zum Teil noch in der Fertigstellung begriffen sind. Hier wären zu nennen: der Maschinenraum (1500 PS) eines Torpedobootes, der Kesselraum eines kleinen Dampfers mit Ölfeuerung, sowie einige Maschinenräume größerer Schiffe, des Turbinendampfers „Hamburg", des Dieselschiffes „Fulda" und andere. Da die Abmessungen der letztgenannten eine vollkommene Darstellung ausschließen, hat man, um eine wirkliche Anschauung von der Sache zu geben, nur einige Hilfsmaschinen im Vordergrunde tatsächlich aufgestellt, den Hintergrund dagegen in perspektivischer bildlicher Darstellung wiedergegeben. Auch das Karten- und Ruderhaus eines Überseedampfers wird dem Beschauer auf ganz ähnliche Art zur Anschauung gebracht.

Unter den neuesten Ergänzungen der Schiffbauabteilung ist das im Betriebe vorführbare Modell einer vollständigen Schleppversuchsanlage besonders bemerkenswert. Diese Anlage wird durch eine reichhaltige Sammlung von Modellen der Unterwasserform nebst Tafeln der zugehörigen Widerstandzahlen usw. sowie durch eine lückenlose Darstellung der Entwicklung des Schaufelrades, des Ruders und der Schiffsschrauben ergänzt.

Zweifellos bietet die Schiffbauabteilung des Deutschen Museums in ihrer jetzigen Gestalt auch dem Fachmann eine Fülle von Anregungen. [M 1086] Me.

Die Ausbildung der Textil-Ingenieure

In dem unter dem oben genannten Titel in Z. Bd. 71 (1927) S. 1433 erschienenen Aufsatz von Dipl.-Ing. Roßmann war die Abteilung für Textilingenieure an der Gewerbeakademie in Chemnitz nicht erwähnt worden. Tatsächlich führt diese Lehranstalt seit 1915 eine besondere Textilabteilung, die die Aufgabe hat, Ingenieure für die verschiedensten Zweige der Textiltechnik zum unmittelbaren Eintritt in die Praxis heranzubilden. [N 1168]

Abb. 7
Maschinenraum des Unterseebootes U I.

Kleine Mitteilungen

Abdampfverwertung in Gummifabriken

Die Republic Rubber Co., die hauptsächlich Gummibereifungen und andre Gummiwaren für technische Zwecke herstellt, hat fünf Wasserrohrkessel mit je 465 m² Heizfläche, in denen Sattdampf von 10,5 at erzeugt wird, drei Kolbendampf-Gegendruckmaschinen für je 300 kW Leistung und 1,15 at Gegendruck, eine 750 kW-Abdampfturbine und eine 1000 kW leistende Mischdruckturbine, die zum Teil mit Frischdampf, zum Teil mit dem Abdampf der Kolbenmaschine gespeist wird. Außerdem werden 27 200 kg/h Sattdampf von 2,8 bis 7 at zum Vulkanisieren in Pressen und Dampfflässern gebraucht. Zum Heizen der Räume diente ursprünglich ausschließlich Frischdampf, den man teils unmittelbar verwendete, teils zur Erzeugung von Warmwasser benutzte. Da aber genügend Abdampf aus der Kolbenmaschine zur Verfügung stand, so wurde die Warmwasser-Bereitungsanlage an das Abdampfnetz angeschlossen. Ferner nutzt man jetzt auch den aus den Dampffässern austretenden Abdampf zur Raumheizung aus und führt alle Kondensate aus den Vulkanisierpressen zum Kesselhaus zurück. Die gesamten dazu erforderlichen Umbauten wurden von den Leuten des Betriebes ausgeführt, so daß die Kosten sehr gering waren. In den zwei Jahren, wo die Abdampfverwertungsanlage in Betrieb ist, hat sie einwandfrei gearbeitet und viermal mehr reine Brennstoffersparnisse gebracht, als die gesamten Anschaffungskosten betrugen. („Power“ 3. Januar 1928 S. 27) [N 1175 a] Pt.

2 A A A + A A A 2-Lokomotiven mit sehr hoher Leistung

Nachdem bereits früher eine mit der Achsfolge 2 A A + A A 2 versehene elektrische Lokomotive mit Oerlikon-Einzelachsantrieb im Betriebe der französischen Mittelmeerbahn sehr befriedigt hat, sind jetzt von dieser Bahngesellschaft bei der Oerlikon-Gesellschaft, Paris, und der Société de Construction des Batignolles, die den mechanischen Teil übernimmt, vier sehr große Lokomotiven mit der Achsfolge 2 A A A + A A A 2 bestellt worden. Die neuen Lokomotiven werden 5400 PS Stundenleistung haben, werden also zu den größten bisher überhaupt gebauten Lokomotiveinheiten zählen. Der lange Wagenkasten ruht auf zwei kurzgekuppelten Drehgestellen. Jede der sechs Treibachsen wird von einem Doppelmotor unter Benutzung des Einzelachsantriebes Oerlikon angetrieben. Diese Doppelmotoren leisten bei 1350 V an der Stromschiene je 800 PS bei 72 km/h Geschwindigkeit der Lokomotive. Bei der vollen Spannung, 1500 V, beträgt die Stundenleistung je 900 PS, auf den Treibradumfang bezogen. Die Höchstgeschwindigkeit soll 130 km/h betragen. Bei 18 t höchstem Achsdruck wiegt die Lokomotive 156 t oder 28,9 kg/PS. Der Strom (Gleichstrom) wird auf der freien Strecke mittels dritter Schiene auf den Bahnhöfen mittels Fahrleitung zugeführt. Gesteuer wird mit elektropneumatisch gesteuerten Einzelschützen. (Schweiz. Bauztg. 14. Januar 1928 S. 24*). [N 1175 b] Gsl.

Japans Eisen- und Stahlerzeugung

Während des russisch-japanischen Krieges 1904 bis 190 wurde die Eisenindustrie Japans, deren Erzeugung bis dahi sehr gering war, (1896 rd. 23 000 t Roheisen und r 920 t Stahl, 1901 52 000 t Roheisen und rd. 5500 t Stahl bedeutend ausgebaut, so daß man 1910 rd. 175 000 t Roh eisen und rd. 155 000 t Stahl herstellen konnte. Eine we tere Vergrößerung der Eisenindustrie brachte der Weltkrieg Der Gesamtverbrauch betrug im Jahre 1918 rd. 800 000 Roheisen, wovon 70 vH in japanischen Hochöfen erschmolze wurden. 1925 wurden rd. 1 000 000 t Roheisen verbrauch 64 vH wurden von japanischen Hochöfen hergestellt.

1925 waren 20 Hochöfen vorhanden, die mehr als 100 täglich erzeugen konnten (Gesamttagesleistung 2355 t 69 Siemens-Martin-Öfen mit einem Fassungsvermögen vo 25 bis 60 t und einer mit 200 t erschmolzen rd. 150 000 Stahl; Unterlagen über die kleineren vorhandenen Siemens Martin-Öfen mit 3 bis 25 t Fassungsvermögen fehlen. 14 vo den rd. 30 stahlerzeugenden Werken haben Walzwerk anlagen. Die Imperial Steel Works, Yawata, die stattliche Werke, haben die größten Anlagen. In ihnen sind au gestellt sechs Hochöfen (700 t Tagesleistung), zwei 12 fassende Birnen, zwölf 25 t, siebzehn 60 t und zwei 200 fassende Siemens-Martin-Öfen. („The Iron Age“ 5. Janua 1928 S. 55*) [N 1175 c] Gw.

Schiffbauversuchsanstalt für Holland

Nachdem bereits in früheren Jahren der Bau einer ne zeitlichen Schiffbauversuchsanstalt für Holland erwoge worden war, sind diese Bestrebungen in neuerer Zeit wiede aufgenommen worden. Im Anschluß an einen in Delft g haltenen Vortrag von Dr. Gebers über die Einrichtun neuzeitlicher Schleppversuchsanstalten hat die Abteilun für Werktuig- en Scheepsbouw des Koninklijk Instituut va Ingenieurs einen Ausschuß einberufen, der die Möglichke des Baues einer Versuchsanstalt in Holland prüfen soll.

Im Zusammenhang mit der Kostenfrage sind die A sichten über die für Holland zweckmäßige Größe d Beckens sehr verschieden. Auf Unterstützung seitens d Staates wird man erst bei genügender Anteilnahme der I dustrie rechnen können. Drei große holländische Werfte haben sich nunmehr bereit erklärt, eine größere Summe f diesen Zweck zur Verfügung zu stellen. Jedoch bedarf noch weiterer namhafter Unterstützung, ehe der Bau ein Versuchsanstalt überhaupt möglich ist. („Het Schi 6. Januar 1928 S. 2) [N 1175 d] Ls.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Die Entwicklung der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen. Unter besonderer Berücksichtigung Oesterreichs. Von F. X. Saurau. Wien 1927, Neuer Akademischer Verlag. 2. Aufl. 120 S. m. 60 Abb.

Der Verfasser gibt zunächst eine allgemeine geschichtliche Entwicklung der elektrischen Zugförderung, angefangen von der ersten im Jahre 1879 gebauten Gleichstromlokomotive von Werner von Siemens bis zur heutigen Vollbahnlokomotive. Hierbei behandelt er in anerkennenswerter Weise den heutigen Stand der Umstellung von Vollbahnen auf elektrischen Betrieb bei den einzelnen europäischen und amerikanischen Eisenbahnverwaltungen. Dieser Teil könnte bei einer späteren Auflage noch eindrucksvoller gestaltet werden, wenn einfache Übersichtskarten beigefügt würden, in denen neben den wichtigsten Eisenbahnverbindungen der einzelnen Länder die elektrisch betriebenen Strecken besonders hervorgehoben wären. Im besonderen werden dann die Anfänge der Umstellung in Österreich, die ersten elektrischen Vollbahnen Österreichs und schließlich die zur Zeit noch im Gang befindliche Umstellung der Österreichischen Bundesbahnen behandelt. Für den Bau der neuesten elektrischen Lokomotiven werden die geltenden Grundsätze in großen Umrissen dargelegt; sodann werden die verschiedenen neueren Lokomotivgattungen im einzelnen durchgesprochen. Zahlreiche Abbildungen, von denen jedoch einige bei einer Neuauflage eine verbesserte Wiedergabe wünschenswert erscheinen lassen, unterstützen die Ausführungen des Verfa sers. Das Werk kann allen empfohlen werden, die der En wicklung der elektrischen Lokomotiven ihre Aufmerksamke entgegenbringen. [E 1083]

München Michel

Die Kälte-Maschine in der Milchwirtschaft. Von Fischer. Hildesheim 1927, Verlag der Molkerei-Zeitun 223 S. m. 129 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Das vorliegende Buch ist die dritte, im gleichen Verl erscheinende Arbeit des Verfassers, die den Zweck verfol die neuzeitliche Maschinentechnik dem Molkereifachman näher zu bringen. Schon in seinen ersten beiden Büche „Der Molkereidampfkessel und sein Betrieb“ und die „M kereidampfmaschine und ihr Betrieb“ hat Fischer gezei daß er die Aufgaben der Technik im Molkereigewerbe v Grund aus kennt und es vorzüglich versteht, dem Lernend alles verständlich zu machen, und doch keine Überlastu seines Wissens herbeizuführen.

Trotzdem ist das Buch lückenlos und berücksichtigt a für den Molkereifachmann in Betracht kommenden Käl maschinenkonstruktionen, sie in ihrer Wirkungsweise läuternd und Winke für Anwendung unter besonderen V hältnissen und pflegliche Wartung gebend. Das Buch ginnt mit den verschiedenen Arten der für die Milchkühlu benutzten Kühler; sodann wird die Milch selbst als zu kü

nde Flüssigkeit behandelt. Ein Kapitel, das die Wärme- d Kältetheorien behandelt, wird nicht gebracht, weil hier- er in dem Buch „Dampfkessel" bereits ausführlich ge- rochen wurde.

Nachdem die Roheiskühlung erörtert ist, folgt eine Dar- ellung der Hilfsmittel für die künstliche Kälteerzeugung ter besonderer Berücksichtigung des Ammoniaks, der hlensäure und der schwefligen Säure und weiterhin eine hr eingehende Beschreibung der verschiedenen Kälte- aschinen. Ein Sonderkapitel ist der Betriebführung ge- dmet und den Schluß bilden die Kälteräume, der Kälte- darf in der Milchwirtschaft und die Berechnung für Kälte- lagen, soweit der Molkereifachmann hiervon Kenntnisse sitzen muß.

Dieses Lehrbuch ist nun aber nicht nur dem Molkerei- aktiker von Wert, sondern auch jeder Lehrer an Schulen ndet hier einen sehr guten Leitfaden. Auch dem Land- rt als Genossen einer Molkerei oder als Selbstbesitzer von lteanlagen kann die Anschaffung empfohlen werden.

Kiel [E 1079] Prof. Dr. Lichtenberger

rschungsarbeiten a. d. Gebiete d. Ingenieurwesens. 301. H.: **Beitrag zur Beurteilung von Temperaturfeld und Wärme- spannungen in mechanisch abgebremsten Scheiben.** Von K Requa. Berlin 1927, VDI-Verlag. 13 S. m. 1 Abb. Preis 2,50 ℳ, für Mitgl. d. V. d. I. 2,25 ℳ.

Die durch plötzliches Bremsen in Scheiben großer rneranlagen und ähnlicher Maschinen hervorgerufenen ärmespannungen erreichen leicht Werte, die über den m Konstrukteur zugelassenen Spannungen liegen. Bei r Berechnung solcher Spannungen muß man mehr oder niger zutreffende Annahmen machen. Der Verfasser hat n kritisch untersucht, in welchem Maße die vereinfachen- n Annahmen berechtigt sind und er hat durch Umformung r Rechnungen Näherungslösungen für Zahlenbeispiele an- geben. Dem Konstrukteur der Maschinen und auch dem triebsmann werden die Untersuchungen gute Dienste sten, wenn sie sich ein Bild von der Größenordnung der den Bremsscheiben ihrer Maschinen vertretenden Wärme- annungen machen wollen. [E 1081] Dr. Adrian

rechnung vielfach statisch unbestimmter biegefester Stab- und Flächentragwerke. 1. T.: Dreigliedrige Systeme. Von Peter Pasternak. Zürich und Leipzig 1927, Gebr. Leemann & Co. 273 S. m. 77 Abb. u. 3 Taf. Preis 13 ℳ

Der vorliegende erste Band bietet einen guten, um- senden Überblick über die statischen und mathematischen undlagen, die den Studierenden in den Stand setzen, ein les noch so schwieriges statisch unbestimmtes System ch dem einfachsten Verfahren durchzurechnen. Der erste, gemeine Abschnitt des Buches bringt eine Darstellung s Gaußschen Eliminationsverfahrens, womit man mehr- edrige Gleichungen mit vielen Unbekannten einfacher flösen kann. Hieran schließt sich im allgemeinen Teil ch die Erläuterung des Rechnungsganges bei statisch un- stimmten Hauptsystemen sowie die massengeometrische utung der Gaußschen Reduktion. Überhaupt ist gerade n graphischen Verfahren zur Auflösung mehrgliedriger lastizitätsgleichungen ein breiter Raum gewidmet, ein Ge- t, das nur sehr wenigen Ingenieuren bekannt sein dürfte.

Der zweite Abschnitt bringt Anwendungen unter be- nderer Berücksichtigung von Systemen mit dreigliedrigen lastizitätsgleichungen, die für die Praxis von der größten deutung sind; gehören doch die durchlaufenden Balken f vielen Stützen, die mehrstieligen Stockwerkrahmen, chwerkträger mit gekreuzten Diagonalen in allen Feldern, erendeelträger u. a. m. zu dieser Gruppe. Eine ganze An- hl von Beispielen erläutert die vorher allgemein behan- lten Auflösungsverfahren; in einem besonderen Abschnitt rd auch das viel angewendete sogenannte Drehwinkelver- hren behandelt. Das Werk, das klar und sachlich ge- rieben ist, kann jedem, der sich näher mit den Ver- hren zur Berechnung hochgradig statisch unbestimmter steme befassen will, bestens empfohlen werden.

[E 1085] F. C.

pper. Von N. E. Crump. London 1925, Ernest Benn Ltd. 246 S. Preis 12 sh 6 d.

Die letzten Jahre haben uns aus dem Ausland eine Reihe n Büchern gebracht, die in leichtfaßlicher Weise die All- meinheit über die Bedeutung der Nichteisen-Metalle unter- hten. Außer den bekannten Büchern von Davis, „The ory of Copper", C. Harn, „Lead", und White, „Nickel" nun auch das Buch von Crump, „Copper", erwähnt, s als eine gute Ergänzung der Ausführungen von Davis en kann. Crump erörtert zunächst im ersten Abschnitt Herstellung und die Anwendungsgebiete des Kupfers und ht nachher auf die Kupfererz-Lagerstätten der Erde ein. diesem Abschnitt sind sämtliche Lagerstätten in großen Umrissen behandelt, und man erhält ein eindrucksvolles Bild der den Kupfermarkt beherrschenden Kräfte. Bemerkenswert sind die Ausführungen in den Abschnitten „Anwendungs- gebiete des Kupfers" und „Kupfererzeugnisse und Preise".

Das Buch schließt mit dem Jahre 1925 ab und kann daher die in den Anfängen jetzt sichtbar werdenden Um- wälzungen des Kupferweltmarktes (Katanga und Rußland) nur andeuten. Es bietet aber trotzdem dem aufmerksamen Leser viel Beachtenswertes. Leider wird der günstige Ein- druck, den der deutsche Leser empfängt, abgeschwächt durch einige Betrachtungen, die den Weltkrieg betreffen und es wird sich auf Grund mancher richtig gestellter Anschau- ungen im Auslande wohl ohne weiteres ermöglichen lassen, bei einer Neuauflage des Buches diese nicht zur Sache ge- hörenden kurzen Bemerkungen wegzulassen. [E 1053] Wf.

Taschenbuch der gesamten Schweißtechnik. Von Max Kirchner. Leipzig 1927, Oskar Leiner. 324 S. m. 223 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Kirchner wendet sich in der Hauptsache an Anfänger, insbesondere an die Teilnehmer von Ausbildungskursen. Nach einer ganz kurzen theoretischen Einführung werden die Preßschweißverfahren (Feuerschweißen, Wassergas- schweißen, elektrisches Widerstandschweißen, Thermit- schweißen) und in ausführlicher Weise die Schmelzschweiß- verfahren (Lichtbogenschweißen und Gasschmelzschweißen) behandelt. Erwähnt ist noch das Brennschneiden mit Sauerstoff und die gesundheitlichen Gefahren für den Schweißer; im Anhang sind die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen wiedergegeben. Zahlreiche Abbildungen unterstützen die Ausführungen im Text, sie sind allerdings nicht durchweg ganz deutlich. [E 1055] Dr. Adrian

Schriften a. d. Gesamtgebiet d. Gewerbehygiene. N. F. 18. H.: **Die Beseitigung der beim Tauch- und Spritzlackieren ent- stehenden Dämpfe.** Von Wenzel, Alvensleben und Witt. Berlin 1927, Julius Springer. 35 S. m. 31 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Die steigende Anwendung der Spritztechnik beim An- strich industrieller Erzeugnisse fordert dringend die Mit- wirkung der Ingenieure und Gewerbehygieniker; denn ein großer Teil der Lösungsmittel und Zusätze der benutzten Lacke kann die Gesundheit schädigen. Insbesondere sind die beim Spritzen entstehenden Dämpfe und Nebel gesund- heitschädlich. In einer Sitzung der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene hat Streine, Hamburg, seinerzeit beantragt, eine kritische Arbeit über die vorhandenen Ab- saugeinrichtungen zu schaffen, und er hat sich damit den Dank aller Beteiligten erworben. In dem vorliegenden Heft ist das Ergebnis der Gemeinschaftsarbeit niedergelegt. Die verschiedenen Konstruktionen zum Absaugen der Nebel und Dünste werden besprochen und durch gute Abbildungen er- läutert. Dem Heftchen sind als Anlage Richtlinien für die Einrichtung, die Aufstellung und den Betrieb von Lackier- öfen und weiter sehr anregende Mitteilungen von Dr. Nett- mann und Prillwitz in der Sitzung der Deutschen Ge- sellschaft für Gewerbehygiene vom 16. September 1926 bei- gegeben. [E 1060] Dr. Adrian

Metallüberzüge, Metallfärbung und Metallanstriche. Von Franz Reinboth. Berlin 1927, Carl Pataky. 119 S. m. 19 Abb. Preis 3 ℳ.

Das Buch wendet sich in erster Linie an den Praktiker, den Gewerbetreibenden, der als Installateur oder Verarbeiter von metallischen Gebrauchgegenständen an der Behandlung der Oberfläche interessiert ist. Es gibt sehr zahlreiche Ver- fahren für Metallüberzüge durch Verschmelzen, durch Gal- vanisieren, durch Anreiben und Sieden an. Das Metall- spritzen nach Schoob und das mechanische Plattieren sind ebenfalls erläutert, letzteres soweit es für den Gewerbetrei- benden in Frage kommt. Die Metallfärbung, die für Be- leuchtungsteile und ähnliche Gegenstände des Kunstgewerbes von Bedeutung ist, wird eingehend behandelt und im letzten Abschnitt wird das Anstreichen metallischer Gegenstände erörtert. Das Büchlein ist recht inhaltreich und preiswert, leider aber die Sprache nicht einwandfrei. [E 1082]

Dr. Adrian

Ala-Industrie-Adreßbücher des Deutschen Reiches, 4. Bd.: **Adreß- und Export-Handbuch der Maschinen-, Metall- und elektrotechnischen Industrie.** 3. Ausg. Berlin 1927, Ala- Anzeigen-Aktiengesellschaft. Etwa 1350 S. Preis 40 ℳ

Die wesentlich erweiterte Neuauflage des umfangreichen Adreßbuches enthält ein umfassendes Verzeichnis der Han- delszweige mit 6000 Gruppen und etwa 60 000 Firmen. Es ist weitgehend unterteilt und gibt Aufschluß über die ganze deutsche Eisen-, Maschinen- und Elektroindustrie. Um dem Buch auch im internationalen Verkehr eine Bedeutung zu geben, hat man ein Verzeichnis in deutscher, englischer, französischer, holländischer, spanischer, italienischer, schwe-

dischen, norwegischer, portugiesischer und russischer Sprache eingefügt. Außerdem finden sich darin noch ein Verzeichnis der deutschen Handelskammern und Konsulate, verschiedene Sonderkarten, Zeitungen u. a.

Dem Buch ist ein Geleitwort von dem Ehrenvorsitzenden des Reichsverbandes der Deutschen Industrie, Dr.-Ing. E. h. Dr. rer. pol. h. c. Kurt Sorge vorangestellt.

[E 1059] Krs.

Kesselbetrieb. Sammlung von Betriebserfahrungen, zusammengestellt von der Vereinigung der Großkesselbesitzer E. V. S.-H. Nr. 14 der Mitteilungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer E. V. Charlottenburg 1927, Selbstverlag. 136 S. m. Tab. Preis 10 ℳ.

Lehrbuch der Thermostatik. Von J. D. v. d. Waals. Bearb. von Ph. Kohnstamm. 2. T.: **Binäre Gemische.** 2. Aufl. Leipzig 1927, Joh. Ambr. Barth. 402 S. m. 220 Abb. Preis 24 ℳ.

Die Grundlagen der Dampfmessung nach dem Differenzdruckprinzip. Von W. E. Germer. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 58 S. m. 29 Abb. Preis 2 ℳ.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von F. Auerbach und W. Hort. 6. Bd. 1. Lfg. 460 S. m. 311 Abb. Preis 36 ℳ.

Die deutsche Brennstoff- und Energiewirtschaft. Von Walter Greiling. Leipzig 1927, Volkstümlicher Verlag. 52 S. m. Abb. Preis 6 ℳ.

Elfte Berichtsfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichs-Kohlenrates. Berlin 1927, Geschäftstelle der Technisch-Wirtschaftlichen Sachverständigenausschüsse des Reichskohlenrates. 6 S. m. 10 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Leichte Kohlenwasserstofföle. Bearb. von Max Naphtali. Berlin 1928, M. Krayn. 512 S. m. 170 Abb. Preis 45 ℳ.

Chemische Technologie und ihre chemischen Grundlagen. Von Otto Lange. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 737 S. m. 277 Abb. Preis 48 ℳ.

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen: **Physikalisch-chemische Grundlagen der chemischen Technologie.** Von Georg-Maria Schwab. Leipzig 1927, Otto Spamer. 130 S. m. 32 Abb. Preis 12,50 ℳ.

Monographien aus dem Gebiete der Fett-Chemie. 1. Bd.: **Die Lösungsmittel der Fette, Öle, Wachse und Harze.** Von H. Wolff. 2. Aufl. Stuttgart 1927, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 276 S. m. 17 Abb. Preis 17,50 ℳ.

Moderne Grundbautechnik. 1. Teil. Von I. Zeißl. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 64 S. m. 29 Abb. Preis 2,70 ℳ.

Das Holz als Baustoff. Herausgeg. von Richard Baumann. München 1927, C. W. Kreidels Verlag. 169 S. m. 177 Abb. Preis 18 ℳ.

Theorie der Rahmenwerke auf neuer Grundlage. Von L. Mann. Berlin 1927, Julius Springer. 123 S. m. 76 Abb. Preis 10,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 687. Bd.: **Die allgemeinen Grundlagen des Brückenbaues.** Von K. Schaechterle. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 144 S. m. 59 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 399. Bd.: **Die Bauführung im Hochbau.** Von Emil Beutinger. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 153 S. m. 29 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Das ABC des Bauens. Von Paul Schultze-Naumburg. Stuttgart 1927, Franckhsche Verlagsbuchhandlung. 108 S. Preis 2,80 ℳ.

Handbuch für Eisenbetonbau, 12. Bd. 2. T.: **Dachbau[ten], Schalen und Rippenkuppeln.** Bearb. von H. J. Kra[...] und Fr. Dischinger. Berlin 1928, Wilh. Ernst & S[ohn]. 378 S. m. 560 Abb. Preis 28 ℳ.

Automotive Giants of America. Von C. Forbes und [...] Foster. New York 1926, B. C. Forbes Publishing [...] 295 S. Preis 2,50 $.

Die Motorpflugtechnik. 1. Bd.: Das Motorpflugwesen. [...] Otto Barsch. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & [...] 210 S. m. 158 Abb. Preis 14 ℳ.

Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfa[ngs]. Von K. W. Wagner. Berlin 1927, Julius Sprin[ger]. 418 S. m. 253 Abb. Preis 25 ℳ.

Monographien zur chemischen Apparatur, 5. Bd.: **Die [...]kosekunstseidefabrik, ihre Maschinen und Apparate.** [...] Ed. Wurtz. Leipzig 1927, Otto Spamer. 110 S. [...] 59 Abb. Preis 8 ℳ.

Beitrag zum Schleifen von Glas für Zwecke der Optik. [...] Otto Mackensen. Dr.-Ing.-Dissertation, T. H. Bra[un]schweig 1926. 18 S.

Technische Fortschrittsberichte, 16. Bd.: **Schieß- und Spre[ng]stoffe.** Von Ph. Naoum. Dresden und Leipzig 1[...] Theodor Steinkopff. 199 S. m. 12 Abb. Preis 14 ℳ.

Nachtrag zum „Handbuch zum Dampffaß- und Apparateba[u]" Von G. Hönnicke. Berlin 1927, Julius Springer. 2[...] Preis 1 ℳ.

Mathematisch-physikalische Bibliothek, 73. Bd.: **Konfo[rme] Abbildungen.** Von E. Wicke. Leipzig und Berlin 1[...] B. G. Teubner. 59 S. m. 38 Abb. Preis 1,20 ℳ.

Sammlung Göschen, 51. Bd.: **Mathematische Formelsam[m]lung.** Von O. Th. Bürklen. Neuausg. von Dr. Ri[...]leb. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & [...] 241 S. m. 36 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Teubners technische Leitfäden, 27. Bd.: **Mathematisches Pr[ak]tikum.** Von Horst von Sanden. 1. T. Leipzig [...] Berlin 1927, B. G. Teubner. 122 S. m. 17 Abb. P[reis] 6,80 ℳ.

Der Rechenschieber — Der Satz von Taylor — [...]lösung von Gleichungen, Ausgleichsrechnung — Integrat[ion,] Differentiation, Interpolation — Harmonische Analyse.

Mathematische und technische Tabellen für den Maschi[nen]bau. Begr. v. E. Schultz. Neubearb. von S. Jac[...] und O. Kehrmann. 17. Aufl. Essen 1928, G. D. [Bae]deker. 434 S. Preis 8,40 ℳ.

Logarithmen — Hyperbelfunktionen — Wirtscha[ftliche] mathematische Tabellen — Alte und neue Winkelgrad[e —] Mathematische Zeichen — Römische Zahlzeichen — G[rie]chische Buchstaben — Die gebräuchlichsten Formeln [...] der Physik und Chemie — Maschinenbau und Bautechni[k —] Elektrotechnik — Formelzeichen und Maßeinheiten.

Ministero dei Lavori Pubblici: **Grandi Utilizazioni idrau[liche] per forza motrice.** 10. Lfrg. 2. Bd. Rom 1927, P[ro]veditorato generale dello Stato. 264 S. Preis 25 L.

Wirtschafts- und Verwaltungsstudien, 76. Bd.: **Die Entw[ick]lung der Wasserkraft zu Hohenwarte an der Saale.** [...] Max Müller. Leipzig 1927, A. Deichertsche Verl[ags]buchhandlung. 111 S. Preis 5,50 ℳ.

Schriften des Vereins zur Wahrung der Rheinschiffah[rts]interessen e. V., Duisburg: **Binnenschiffahrt und Gü[ter]umschlag.** Von Heinrich Etterich. Duisburg 1[...] Rhein. Verlagsgesellschaft. 62 S. m. 16 Abb. Preis [...]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

3d. 72 SONNABEND, 4. FEBRUAR 1928 Nr. 5

Fortschritte im Bau elektrischer Maschinen

Von Prof. Dr. F. Niethammer, Prag

Turbo-Synchronstromerzeuger, ihre Grenzleistungen und ihr Aufbau, ihre Kühlung und Erregung — Synchronstromerzeuger für Gasmaschinen, Dieselmaschinen und Wasserturbinen — Hochfrequenz-Stromerzeuger — Transformatoren; Bauart mit drei Wicklungen — Gleichstrommaschinen und ihre Leistungsbegrenzung durch den Kommutator — Einankerumformer — Mehr- und einphasige Asynchronmotoren; Käfiganker — Dreiphasige und einphasige Kommutatormotoren — Regelung und Phasenkompensation der Drehstrommotoren — Umformer der Periodenzahl und der Stromart, besonders Drehstrom-Gleichstrom-Umformer Ölschalter — Elektrische Regel- und Schutzapparate.

Turbo-Synchronstromerzeuger

Im letzten Jahrzehnt sind die Leistungen der Turbosätze in den Kraftwerken geradezu ins Riesenhafte gestiegen, so daß die Leistungen einzelner Maschinen bereits die Gesamtleistung der meisten mittleren und größeren Kraftwerke übertreffen.

Die Dampfturbosätze mit Drehstrom-Synchronmaschinen für die üblichen Frequenzen von 25, 50 oder 60 Hertz[1]) kann man einteilen in Einwellensätze mit Ein- und Mehrgehäuseturbinen und in Mehrwellensätze.

Bei 50 Hertz ist die größte mögliche Drehzahl 3000 Uml./min bei einem Polpaar. Die Höchst- oder Grenzleistung bei 3000 Uml./min ist von den Siemens-Schuckertwerken, A.-G., (SSW), Berlin, mit 50 000 kVA bei 6600 V in einem Einwellensatz erreicht worden.

Der größte vierpolige Einwellensatz mit 1500 Uml./min, Frequenz 50, stammt von der General Electric Co. (GEC), Schenectady; er leistet 100 000 kVA bei 16 500 V, wozu auf derselben Welle noch ein Hausstromerzeuger von 4000 kW und zwei Erregermaschinen kommen. Dieselbe Firma baut für das East River-Kraftwerk, New York, einen Einwellensatz für 160 000 kW, Frequenz 60, der wahrscheinlich 1200 Uml./min machen wird und zwei Gehäuse hat.

Abb. 1
Modell eines Zweiwellensatzes von Brown, Boveri & Cie für rd. 190 000 kVA.

[1]) Per. s.

Abb. 2
Dreiphasen-Stromerzeuger (BBC) von 88 000 kVA bei 1800 Uml./min, $v = 140$ m/s, $C = 5{,}5$.

RZ564Z.3

Abb. 3
Läufer des Dreiphasen-Stro[illegible] erzeugers von 100 000 kVA [illegible] 1200 Uml./min (BBC).

Die größten Mehrwellensätze sind: Ein Zweiwellensatz der Firma Brown, Boveri & Cie. (BBC) von rd. 190 000 kVA, Abb. 1, bestehend aus einem Stromerzeuger von 88 000 kVA, 1800 Uml./min, Abb. 2, und einem von 100 000 kVA, 1200 Uml./min, Abb. 3, beide für 60 Hertz und 13 800 V, in den Badener Werkstätten der BBC für die Commonwealth Edison Co., Chikago, erbaut; ein Dreiwellensatz der GEC für 235 000 kVA, bestehend aus einem Stromerzeuger von 86 000 kVA und zwei Stromerzeugern von je 74 500 kVA, 18 000 V, 60 Hertz, 1800 Uml./min, dazu zwei Hausstromerzeuger von je 4000 kW auf den beiden Niederdruckwellen. Außerdem werden noch ein amerikanischer Dreiwellensatz von zusammen 195 630 kVA, 1800 Uml./min und ein amerikanischer Vierwellensatz von 242 000 kVA, 1800 Uml./min und 22 000 V in Fachschriften erwähnt.

Aus diesem Überblick ersieht man, daß manche neueren Mehrwellensätze als Einwellensätze hätten ausgeführt werden können, oder daß sie mit höherer Drehzahl arbeiten könnten. Da man im Einwellensatz bei 3000 Uml./min bereits 50 000 kVA erreicht hat, so wären im Zweiwellensatz bei 3000 Um./min schon 100 00 kVA und im Dreiwellensatz sogar 150 000 kVA erreichbar. Etwa 85 vH davon wären auch bei 3600 Uml./min, also 60 Hertz, zu erreichen. Bei 1500 Uml./min, also bei vierpoliger Ausführung und 50 Hertz, beträgt die Grenzleistung beim Einwellensatz 100 000 kVA, beim Zweiwellensatz 200 000 kVA und beim Dreiwellensatz sogar 300 000 kVA; bei Frequenz 60 oder 1800 Uml./min wären wieder etwa 85 vH davon zu erreichen. Man sieht also, daß bei 50 und 60 Hertz mit 3000 und 3600 Uml./min bei zweipoligen oder 1500 und 1800 Uml./min bei vierpoligen Stromerzeugern alle Anforderungen zu befriedigen sind und niedrigere Drehzahlen außer Betracht bleiben können.

Es ist nicht viel mehr als 20 Jahre her, daß ein Stromerzeuger für 1000 kVA bei 3000 Uml./min staunend bewundert wurde und die höchste Leistung eines Turbostromerzeugers 6000 kVA bei 750 Uml./min betrug[2]). Außer einem gründlichen Studium der Kühlungsverhältnisse und viel Kleinarbeit, wovon ich Einzelnes noch erwähnen werde, verdanken wir den großen Fortschritt auch auf diesem Gebiete der erfolgreichen Entwicklung der Hüttentechnik in den letzten Jahrzehnten.

Berechnung der Grenzleistung

Setzt man die Scheinleistung eines m-phasigen Wechselstromerzeugers

$$N_s = \frac{m\,E\,I}{1000} \text{ in kVA,}$$

worin I der Strom einer Phase ist, die Spannung je Phase $E = k\,f\,\frac{Z}{m\,a}\,\Phi\,10^{-8}$ mit dem Magnetfluß $\Phi = \frac{\pi D}{2p}\,\frac{1+\alpha}{2}\,l\,\mathfrak{H}$, ferner die Amperestabzahl für 1 cm Umfang $A = \frac{I\,Z}{\pi D\,a}$ und die Drehzahl in der Minute $n = \frac{60 f}{p}$, so erhält man einen recht übersichtlichen Ausdruck für $N_s\,n$, aus dem man auch ersieht, von welchen Größen die erreichbare Grenzleistung N_s in kVA abhängt.

Für einen Walzenläufer ergibt sich

$$N_s\,n = 3\,k\,\frac{1+\alpha}{2}\,\mathfrak{H}\,A\,l\,v^2\,10^{-4} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

In den genannten Gleichungen ist
k = EMK-Beiwert $\approx$ 2,1,
f = Frequenz in Hertz (Per./s),
Z = Anzahl der Leiter im Ständer,
a = Anzahl der parallelen Stromzweige je Phase [illegible] Ständer,
D = Ständerbohrung in m,
$\alpha = \frac{1}{3}$, d. h. ein Drittel des Läuferumfanges ist ni[illegible] bewickelt, also $\frac{1+\alpha}{2} = \frac{2}{3}$, dafür tritt bei Schenk[illegible] polen das Verhältnis $\frac{B}{\tau} = \frac{\text{Polbogen}}{\text{Teilung}} = \frac{2}{3}$,
l = axiale Eisenlänge samt Lüftkanälen in m,
$\mathfrak{H}$ = Feldstärke im Luftspalt,
p = Anzahl der Polpaare,
$v = \frac{D\,\pi\,n}{60}$ = Läuferumfangsgeschwindigkeit (an[illegible] nähert, da der Durchmesser des Läufers um d[illegible] doppelten Luftspalt kleiner ist als D) in m/s.

Die Feldstärke $\mathfrak{H}$ im Luftspalt ist etwa gleich [illegible] Hälfte der Zahninduktion, die nicht größer als 16 000 [illegible] 20 000 Kraftlinien auf 1 cm² werden soll, wodurch $\mathfrak{H}$ a[illegible] 7000 bis 10 000 begrenzt ist. Auch die Amperestabzahl [illegible] ist mit Rücksicht auf die Erwärmung und die Abmessu[illegible] gen des Läufers begrenzt auf A = 500 bis 700. Mit dies[illegible] Grenzwerten wird

$$N_s\,n \approx 1500\,l\,v^2 \text{ bis } 3000\,l\,v^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1[illegible]$$

l ist in m, v in m/s einzusetzen.

Die Umfangsgeschwindigkeit v ist infol[illegible] der Beanspruchung durch die Fliehkräfte bei den heute z[illegible] Verfügung stehenden Sonderstählen auf 130 bis 160 m[illegible] begrenzt. Neben der Zugbeanspruchung in den Zah[illegible] wurzeln und den Biegungsbeanspruchungen der Nutenke[illegible] muß man die größten Ringbeanspruchungen [illegible] kg/cm²) im ringförmigen Läuferkörper sowie in den rin[illegible] förmigen Kappen und Bandagen über den Wickelköpf[illegible] ausrechnen, und zwar die Beanspruchungen durch [illegible] eigenen und die von innen und außen wirkenden Flie[illegible] kräfte nach der Formel

$$\sigma_i = \gamma \left(\frac{\pi\,n}{30}\right)^2 (0{,}826\,r_a^{\,2} + 0{,}175\,r_i^{\,2}) + \frac{2\,k_a + k_i\left[1{,}3 + 0{,}4\left(\frac{r_i}{r_a}\right)^2\right]}{1 - \left(\frac{r_i}{r_a}\right)^2} \quad [illegible]$$

Darin bedeutet γ das spezifische Gewicht des Läuferkörp[illegible] in kg/cm, k_a die von außen, durch die Fliehkraft der Zäh[illegible] und Wicklungen, k_i die von innen verursachte Spannu[illegible] (in kg/cm²) der Oberflächen $2\,\pi\,r_a\,l$ und $2\,\pi\,r_i\,l$, wenn [illegible] der Außenhalbmesser und r_i der Innenhalbmesser ist.

Mit wachsender axialer Länge l wird es immer schw[illegible] riger, die den Verlusten entsprechende Wärme aus d[illegible] Maschinen herauszubringen; die Temperaturen dürfen [illegible] den heißesten Stellen 100 bis 120° nicht übersteigen, [illegible] bei diesen Temperaturen der aus getränktem Papier u[illegible] andern Faserstoffen bestehende Isolierstoff seine Isoli[illegible] fähigkeit praktisch verliert. Glimmer läßt allerdings a[illegible] standlos Temperaturen von 105 bis 200° zu.

Mit der axialen Länge l wächst auch der Lagera[illegible] stand l_1, bei dessen Zunahme die kritische Dre[illegible] zahl n_k rasch sinkt, unter Umständen bis auf die [illegible] triebdrehzahl n und darunter. n_k läßt sich berechnen a[illegible] der Formel

$$\frac{\pi\,n_k}{30} = \omega_k = \sqrt{\frac{g}{h}} = c\,\sqrt{\frac{J}{a\,G\,l_1^{\,3}}} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad ([illegible]$$

[2]) Vergl. Z. Bd. 49 (1905) S. 770 und El. World Bd. 44 (1904) S. 641.

Abb. 4 und 5
Synchroner Turbo-Drehstromerzeuger, Bauart Kolben, Prag. 20 000 kVA, überlastbar auf 25 000 kVA, 6600 V, 3000 Uml./min, 50 Hertz, 72 Ständernuten von 19×110 mm², auf 78 vH verkürzter Schritt der Zweilagen-Faßwicklung, jeder Leiter aus 14 Teilleitern von rd. 4×5 mm², Läufer 2×16 bewickelte und 2×5 unbewickelte Nuten, Umfangsgeschwindigkeit $v = 145$ m/s, $C = 3{,}4$, $\mathfrak{H}A \approx 290 \cdot 10^4$.

darin ist h die Durchbiegung in cm, $g = 981$ cm/s², J das Trägheitsmoment der Welle in cm⁴, G ihr Gewicht in kg, $\alpha = \frac{1}{E}$ die Dehnungszahl in cm²/kg und $c = \sqrt{48 \cdot 981} = 217$ bei punktförmiger Belastung in der Mitte der frei aufliegenden Welle; je nach der Art der Einspannung und Gewichtverteilung wird c auch größer. Tatsächlich liegt bei großen zweipoligen Stromerzeugern für 3000 Uml./min die kritische Drehzahl schon unterhalb der Betriebdrehzahl, z. B. bei 1800 Uml./min, so daß der Stromerzeuger beim Anfahren jedesmal die Resonanz der Biegungsschwingungen durchlaufen muß, die heftige Erschütterungen verursachen kann. Bei Stromerzeugern mit 1500 Uml./min liegt die kritische Drehzahl n_k durchweg über der Betriebdrehzahl.

Die axiale Länge l ausgeführter Stromerzeuger beträgt oft 4,5 m; z. B. hat ein Turbostromerzeuger der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (AEG) für 37 500 kVA, 3000 Uml./min einen Abstand $l_1 = 5740$ mm zwischen den Lagermitten. Bei einer Umfangsgeschwindigkeit $v = 140$ bis 160 m/s kann man dann

$$N_s\, n \approx 100 \cdot 10^6 \text{ bis } 300 \cdot 10^6$$

setzen. Unter Zugrundelegung des Mittelwertes $N_s\, n = 200 \cdot 10^6$ gibt Zahlentafel 1 abgerundet die Werte von N_s für verschiedene gebräuchliche Drehzahlen n an:

Zahlentafel 1

n	3 600	3 000	1 800	1 500	1 200	Uml./min
N_s	55 000	65 000	110 000	130 000	165 000	kVA

Für die Grenzleistungen bei 50 Hertz ergeben sich etwa folgende Hauptabmessungen:

Zahlentafel 2

n Uml./min	Anzahl der Polpaare	Bohrung D mm	Eisenlänge l mm
3000	1	1000	3000
1500	2	2000	4500
1000	3	3000	4500

Durch geschickte Konstruktion, wobei das Zusammenfallen der Betriebdrehzahl mit der kritischen Drehzahl oder ihren Harmonischen vermieden werden muß, hofft man auf Längen bis 6 m kommen zu können und damit wohl auch auf $N_s\, n = 400 \cdot 10^6$.

Dabei wird vor allem auf genügende Wellensteifigkeit zu achten sein, da die Durchbiegung h höchstens einige Hundertteile des Luftspaltes δ betragen darf, der allerdings bei großen Turbostromerzeugern einseitig meist 20 bis 60 mm

Abb. 6
Ständer eines zweipoligen Turbo-Drehstromerzeugers für 32 000 kVA, Bauart SSW.

Abb. 7
Vierpoliger Drehstromerzeuger, Bauart Société Alsacienne, für 50 000 kVA, 6600 V, 50 Hertz, 1500 Uml./min, $l = 2780$ mm, $v = 107$ m/s, $C = 7$, $\mathfrak{H}A = 600 \cdot 10^4$.

Abb. 8
Teilschnitt durch den Läufer eines Turbo-Drehstromerzeugers für 15 600 kVA, 11 000 V, 3000 Uml./min der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 9
Walzenläufer, zweipolig.

beträgt. Bei den großen Längen l wird infolge Wärmeausdehnungen die Nutenisolation sehr gefährdet.

Die Leistungszahl $C = \frac{k}{12} \mathfrak{H} A \frac{1+\alpha}{2} 10^{-5}$ großer Drehstromerzeuger mit Frequenz 50 in dem Ausdruck

$$\frac{N_s}{n} = C D^2 l = k (D^2 l)^{\frac{4}{3}} \quad . . . . (4)$$

liegt zwischen 3 und 7. Aus C ergibt sich

$$\mathfrak{H} A \approx 84 \cdot 10^4 C \quad . . . . (4a).$$

Die Ausführung eines zweipoligen synchronen Turbo-Drehstromerzeugers für 20 000 kVA, Bauart Kolben, Prag, zeigen Abb. 4 und 5. Abb. 6 zeigt den Ständer eines zweipoligen Turbo-Drehstromerzeugers für 32 000 kVA, Bauart SSW. Abb. 7 ist ein Querschnitt durch einen vierpoligen Drehstromerzeuger der Société Alsacienne für 50 000 kVA, ausnutzbar bis 60 000 kVA. Auch auf die Ausführung der beiden BBC-Stromerzeuger für 88 000 und 100 000 kVA, Abb. 2 und 3, sei nochmals hingewiesen[2a]).

Für Dampfturbo-Stromerzeuger wird heute fast ausschließlich der Walzenläufer (Vollpolläufer), Abb. 8, verwendet, wobei die Erregerwicklung, aus Flachkupfer oder Aluminiumband hochkantig gewickelt und in viele Spulen unterteilt, in Nuten am Läuferumfang untergebracht wird. Die 100 bis 200 mm tiefen Läufernuten werden mit kräftigen Keilen aus Stahl, Bronze oder Aluminium verschlossen, Abb. 9 und 10. Die Keile sind mit den anschließenden Ringen oder Kappen gut leitend zu verbinden, z. B. durch Einpressen eines weichen Kupferringes, Abb. 11 und 12, damit ein richtiger Käfiganker entsteht, der das infolge einphasiger Belastungen oder Kurzschlüsse entstehende gegenläufige Feld wegdämpft. Der Feldverlauf ist nach Abb. 13 und 14, die an dem Stromerzeuger, Bauart Kolben, Abb. 4 und 5, aufgenommen sind, trapezförmig. Infolge der vielen Nuten je Pol und Phase und des auf 78 vH verkürzten Wickelschritts ist die EMK-Kurve rein sinusförmig. Die Nutenzahl des Läufers ist reichlich groß zu wählen, da bei grober Läufernutenteilung die Oberschwingungen des Feldes in der Spannungskurve wiederkehren und in ausgedehnten Netzen leicht Resonanz-Überspannungen hervorrufen können.

Bei den zweipoligen Maschinen besteht der Läufer aus einem vollen, gegossenen Block aus Chromnickelstahl, der durchaus blasen- und fehlerfrei sein muß, Abb. 4, 5 und 8. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat einen Spiegelapparat hergestellt, um den Läufer in einem in der Mitte über die ganze Länge reichenden Bohrloch untersuchen zu können[3]). Bei größeren zweipoligen Maschinen und bei vierpoligen werden oft die Lagerzapfen in den Läuferklotz eingesetzt, Abb. 2. Größere vierpolige und sechspolige Läufer baut man aus Stahlplatten auf, die man auf die

[2a]) Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) Heft 53 Tafel 10.

[3]) Vergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 105 u. 460.

Abb. 10
Walzenläufer der Maschinenfabrik Oerlikon, 23 000 kVA bei 8000 Uml./min.

Abb. 11 und 12
Verbindung zwischen den Nutkeilen und Kappen im Walzenläufer der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 15
Aus dem Läufer ausgefräste Nuten und massive Kappen.

Abb. 16
Eingesetzte Blechpakete als Zähne und Bindedraht auf den Wickelköpfen.

Welle aufreiht und die leichter fehlerfrei herzustellen sind, Abb. 3. Die Läufernuten werden meist aus dem Läuferkörper herausgefräst, Abb. 15; die AEG schiebt dagegen die Läuferzähne aus gestanztem Blech in Schwalbenschwänze des Läuferkörpers seitlich ein, nachdem die Erregerspulen aufgelegt sind, Abb. 16[3a]). Zum Festhalten der Wickelköpfe oder Stirnverbindungen dienen volle Ringe oder Kappen aus unmagnetischem, nickel- und chromhaltigem Sonderstahl, Abb. 15, bei der AEG unmagnetische Bandagendrähte, Abb. 16. In diesen Kappen und Bandagen entstehen leicht durch die Wechselstrom-Streufelder der Ständerströme ganz erhebliche Wirbelströme, die man unter den zusätzlichen Kurzschlußverlusten mißt. Der Poldihütte, Kladno, ist es gelungen, unmagnetische Kappen und Drähte der erforderlichen Festigkeit und Zähigkeit herzustellen, wenn auch ihre Bearbeitung etwas mühsam ist. Der unmagnetische Bandagendraht von 1,5 mm Dmr., Poldi „AM", hat 208 kg/mm² Festigkeit, 3 vH · Dehnung, 36 vH Einschnürung und erträgt 9 Biegungen bei $r = 5$ mm. Wir haben den Draht in meinem Laboratorium mit einem ballistischen Galvanometer untersucht und festgestellt, daß bis zu $\mathfrak{H} = 1000$ die Permeabilität durchweg den äußerst kleinen Wert $\mu = 1{,}2$ hat ($\mu_{\text{Luft}} = 1$).

Ganz & Co. und vereinzelt BBC haben auch ausgeprägte Schenkelpole für die Läufer von Turbo-Stromerzeugern verwendet. Abb. 17 bis 20 zeigen diese Bauart von Ganz & Co. für zwei und vier Pole, wobei die in parallele Nuten der Pole gelegten Erregerspulen mit gespanntem Stahlband umwickelt und die Nuten mit hohlen, Kühlluft führenden Stahlkeilen abgeschlossen werden. Der Mittelpunkt der Erregerwicklung ist mit dem Läuferkörper verbunden; bei einem zweiten Körperschluß sind allerdings heftige Erschütterungen des Läufers zu befürchten. Die Schleifringe aus Siemens-Martin-Stahl schrumpft man auf die Welle oder eine Büchse auf und verwendet Metallstaub-Graphitkohlen lose in Bürstenhaltern.

Im Ständer ist die zuverlässige kurzschlußsichere Festlegung und Abstützung der Wickelköpfe gegen die Stromkräfte durch ein rechenartiges Preßgebilde von größter Bedeutung, wobei aber die Lüftung nicht behindert werden darf, Abb. 4 und 5. Die Wickelköpfe liegen stets gleichmäßig verteilt in zwei Lagen. In den Nuten wird in Europa vielfach nur eine Wickellage benutzt, während in Amerika die Zweilagen-Schleifenwicklung mit auf etwa 80 vH verkürztem Schritt allgemein üblich ist. Das Wickelbild einer zweipoligen Ständerwicklung von Ganz & Co. zeigt Abb. 21. Dabei sind zwei parallele Zweige je Phase verwendet worden. In jeder Nut liegen zwei Stäbe nebeneinander. Bei einer Wickellage in der Nut müssen die Wickelköpfe als sogenannte Seitenwicklung mit Evolventenbügeln ausgebildet werden, Abb. 7, während bei zwei Lagen die Trommelfaßwicklung in Frage kommt, Abb. 2 und 4, in beiden Fällen Wellen- oder Schleifenwicklung. Die Stirnverbindungen sind zuverlässig zu isolieren, namentlich da, wo zwei verschiedene Phasen zusammenstoßen; blanke Bügel haben wiederholt zu Wickelbränden geführt. Glimmerscheinungen beim Austritt der Wicklung aus den Nuten bekämpft man durch Metallüberzüge, die man mit dem Eisenkörper verbindet. Luftblasen in der Isolation und die durch sie hervorgerufene Ozon- und Salpetersäurebildung sind durch Trocknen in Luftleere und geeignete Tränkung unter Druck hintanzuhalten.

[3a]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1883, insbesondere Abb. 3.

Abb. 17 und 18
Zweipoliger Läufer von Ganz & Co.

Abb. 19 und 20
Vierpoliger Läufer von Ganz & Co.

Abb. 21
Zweipolige Ständerwicklung für 72 Nuten von Ganz & Co.

Abb. 13
bei geringer Erregung

Abb. 14
bei voller Erregung

Abb. 13 und 14
Feldverlauf des Stromerzeugers Abb. 4 und 5.

Bei größeren Stromerzeugern kann man Spannungen bis 30 000 V mit Sicherheit erreichen; bei kleinen Stromerzeugern, namentlich bei zweipoligen, wird man sich meist mit 6600 V begnügen, oder man muß vier- oder sechspolige Maschinen, zweckmäßig mit Räderübersetzung, verwenden, wenn man 10 000 V erreichen will. Bei sehr großen Einheiten über 50 000 kVA ist es anderseits zur Vermeidung starker Ströme angezeigt, auf 13 000 bis 18 000 V zu gehen. Besonders sorgfältige Isolierung verlangen die Einphasen-Stromerzeuger niedriger Frequenz für Vollbahnen mit 15 000 V und einem geerdeten Pol. Bei den 2 bis

Abb. 22 und 22 a
Unterteilter und verdrillter Kunststab.

4 m langen Stromerzeugern treten längs der verschmierten Ständernuten Spannungen von einigen hundert Volt auf, die zu Eisenbrand führen können, weshalb die Blechpakete durch isolierte Einlagen zu unterteilen sind. Erdet man das Blechpaket der Länge nach mehrmals, so werden die statischen Ladungen der Hochspannungsmaschinen abgeleitet.

Die dem Quadrat des Stromes verhältnisgleichen Kurzschlußverluste $3 I^2 R$ sind in unsern heutigen Turbo-Stromerzeugern immer noch 3- bis 5mal so groß wie die Verluste, die sich aus dem Gleichstromwiderstand R_g der Ständerwicklung ergeben; es sind also erhebliche zusätzliche Verluste vorhanden, die sich durch zweckentsprechende Ausführung noch wesentlich herabsetzen lassen. Die Ständerstreufelder rufen in den Ständerpreßplatten und in den Läuferkappen und -bandagen große, dem Quadrat des Stromes verhältnisgleiche Wirbelstromverluste hervor, die sich dadurch bekämpfen lassen, daß man alle diese Teile aus unmagnetischen Stoffen herstellt oder dadurch, daß man die Streufelder durch geeignete Blechpakete abschirmt.

Da man in großen Maschinen Ständernuten von 100 bis 210 mm Tiefe anwendet, können auch die Wirbelstromverluste durch Stromverdrängung im Ständerkupfer beträchtlich werden, namentlich bei nur einer Lage, einem Stab je Nut. Man unterteilt deshalb die Stäbe in Teilleiter, die voneinander isoliert und in der Richtung der Nutenhöhe nur noch einige Millimeter dick sind, und verdrillt sie so, daß jeder Teilleiter alle Höhenlagen der Nut ein- oder zweimal durchläuft, Abb. 22 u. 22a. Die an den Enden verlöteten Teilleiter werden, z. B. durch Wasserglasüberzug, zu einem möglichst kräftigen Kunststab vereinigt. In Amerika wickelt man in zwei Lagen in der Form der Trommelfaßwicklung und verdrillt die Einzelleiter meist nur in den Stirnverbindungen, Abb. 23. Der Stromerzeuger, Abb. 4 und 5, ist auf diese Weise gewickelt. Auch verdrillte Litze wird besonders für den oberen Leiter verwendet. Die Stirnverbindungen selbst müssen bei großen Querschnitten ebenfalls unterteilt und

Abb. 23
Verdrillung in den Stirnverbindungen.

verdrillt werden, und zwar in einer Ebene senkrecht zu der in der Nut. Die bei der Verdrillung notwendigen Verbindungsstellen der Kunststäbe, Abb. 22, müssen sorgfältig mit Glimmer isoliert werden, da sonst innere Kurzschlüsse mit Eisenbrand entstehen. An den größten Turbo-Stromerzeugern erreicht man Gesamtwirkungsgrade von 98 vH; die Erhöhung der Gleichstrom-Kupferverluste infolge der eigentlichen Stromverdrängungsverluste sollte nicht mehr als etwa 30 vH der Gleichstrom-Kupferverluste ausmachen.

Bei der Lüftung und Kühlung der völlig gekapselten, großen Turbostromerzeuger ist zunächst zu beachten, daß zum Herausleiten der Wärme aus dem Innern der Eisenpakete und Wicklungen bis an die Oberfläche ein bedeutendes Temperaturgefälle, 20 ° und mehr, nötig ist. Man muß die wirksamen Bauteile weitgehend unterteilen und sie durch viele, 10 bis 30, parallele Luftströme kühlen. Die Lüftkanäle durchsetzen die Maschine axial und radial, Abb. 2, 3, 4, 7, 9, 10; die Luft strömt im Ständer in Zickzackwegen nach innen und wieder nach außen, Abb. 24. Gegen die Maschinenmitte setzt man die radialen Kanäle dichter und macht sie breiter.

Zu beiden Seiten des Läufers sitzt je ein kräftiger Bläser, bei großen Einheiten auch zwei, Abb. 10. Außer den ins Innere gehenden Luftströmen geht an beiden Enden je eine Strömung über die Ständerwickelköpfe und dann zur Rückenbeaufschlagung des Blechkörpers entweder, indem die Luft in denselben Ebenen und Kanälen von außen nach innen und wieder nach außen strömt, oder indem die Kühlluft radial nach innen bis zum Luftspalt, dann durch diesen axial und endlich wieder radial nach außen strömt, Abb. 2. Die Österreichischen SSW haben den Mantel eines 1500 kVA-Läufers für 3000 Uml./min bis in die Mitte mit links- und rechtsgängigen schraubenförmigen Lüftkanälen von beiden Seiten versehen, die die Luft von beiden Enden dem Luftspalt entlang zur Mitte in radiale Kanäle werfen. Durch diese Eindrehungen im Läuferumfang werden vor allem die Wirbelstromverluste an der Läuferoberfläche, die sogenannten Polschuhverluste, verringert.

Abb. 24
Mehrfache Luftströmung (Westinghouse).

Abb. 25
Umlaufkühler mit senkrechten Kühlrohren der GEA, Bochum. (Auch wagrecht ausführbar.)

Staubige und schmutzige Luft kann durch Verstopfen der Kanäle die Kühlung mit der Zeit unwirksam machen. Statt der Reinigung der Kühlluft durch Tuch- und Viscinfilter kommt die gegen die Umgebung völlig abgeschlossene Umlaufkühlung, Abb. 25, immer mehr in Aufnahme[4]; sie beseitigt vor allem auch das oft ohrenbetäubende Ansaugegeräusch der Turbostromerzeuger. Dabei strömt die erwärmte Luft im Kreislauf über einen Kühler aus glatten oder gerippten, elliptischen, senkrechten oder wagrechten Wasserröhren, worin z. B. auch das kalte Kesselspeisewasser vorgewärmt wird und so die Verluste der elektrischen Maschinen wieder nutzbar gemacht werden. Die GEC hat den Umlaufkühler auch oberhalb des Stromerzeugers angeordnet. Die Umlaufkühlung ermöglicht bei entsprechender Wellenabdichtung auch die Verwendung andrer Kühlmittel, z. B. von Methan oder Wasserstoff, deren Kühlwirkung wesentlich stärker ist als die von Luft[5]). Auch die Brandgefahr läßt sich durch selbsttätige Zufuhr geeigneter Gase, wie Kohlensäure oder Stickstoff, bannen[5a]); man baut wohl auch Wassersprinkler oder Frischdampfzuleitungen zur Feuerlöschung in Turbosätze ein[6]).

Bei den größten Turbostromerzeugern, etwa über 50 000 kVA, kommt man mit der Eigenkühlung nicht mehr aus, schon weil die am Läufer sitzenden Bläser einen schlechteren Wirkungsgrad haben als die der Fremdkühlung dienenden, besonderen Ventilatoren, die man entweder mit den Stromerzeugern unmittelbar kuppelt, Abb. 1, oder durch Elektromotoren antreibt. Bei der Fremdkühlung läßt sich der Wirkungsgrad des Stromerzeugers um einige Zehntel vom Hundert verbessern. Da die Luft sich in den Bläsern erhitzt, soll der Bläser die Luft über den Kühler in den Stromerzeuger drücken.

Die Kühlungsfrage kann selbst für die allergrößten Turbosätze als gelöst angesehen werden, um so mehr, als noch Hilfsmittel zur Verfügung stehen, wie die Wasserkühlung, die vorübergehend von der AEG für Turbogehäuse benutzt wurde und jedenfalls die Maschinen äußerlich recht gut kühlt, ferner die Druckölkühlung des Ständer- und Läuferkörpers und der Wicklungen. Durch hohle Stäbe kann man Druckluft oder Drucköl strömen lassen.

RZ564Z27

Abb. 27 Streunut für einen 50 000 kVA-Stromerzeuger der Société Alsacienne, Belfort.

Es ist wünschenswert, in die Wicklungen von Turbostromerzeugern an geeigneten Stellen Thermodetektoren zur Bestimmung der Betriebstemperatur einzubauen. Das sind entweder Thermoelemente oder z. B. aus Nickelband bestehende elektrische Widerstandsthermometer, die mit Meßgeräten an der Schalttafel verbunden sind. In Amerika wird ein solcher Temperaturmesser meist zwischen die Lagen der Faßwicklung axial in die Nutmitte eingelegt. Die Temperatur der Läuferwicklung bestimmt man aus der Widerstanderhöhung der Wicklung mit der Erwärmung, und zwar erhält man zunächst die mittlere Übertemperatur ϑ_m, aus der sich die höchste Übertemperatur

$$\vartheta_h = 1{,}5\,\vartheta_m - 0{,}5\,\vartheta_0 \text{ bis } 2\,\vartheta_m - \vartheta_0 \quad . \; . \; . \; . \quad (5)$$

ergibt, wenn ϑ_0 die Übertemperatur an der Oberfläche des Wickelkopfes ist.

Kennzeichnend für den heutigen Turbostromerzeuger, ja für die heutige Synchronmaschine, ist die weiche, kurzschlußsichere Bauart; sie hat große Ankerrückwirkung und große Streuung und deshalb großen Spannungsabfall bei Belastung, aber auch schwache Kurzschlußströme. Diese Stromerzeuger können nur mit Hilfe von Spannungs-Schnellreglern auf veränderliche Last arbeiten.

[4]) Z. Bd. 68 (1924) S. 155 u. 656.
[5]) Z. Bd. 70 (1926) S. 889. [5a]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1886.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 836, 894 u. 1308.

RZ564Z26

Abb. 26
Leerlauf- und Kurzschluß-Kennlinien für einen Turbo-Drehstromerzeuger der SSW, 32 000 kVA, 6300 V, 3000 Uml./min.

Das Kurzschlußverhältnis

$$K = \frac{\text{Dauer-Kurzschlußstrom } I_{k_0} \text{ bei Leerlauferregung}}{\text{Vollaststrom } I_n} \text{ oder}$$

$$K = \frac{\text{Erregerstrom } I_{e_0} \text{ bei Leerlauf und voller Spannung } E_n}{\text{Erregerstrom } I_{e_k} \text{ bei Kurzschluß und vollem Strom } I_n}$$

wählt man in Europa in der Nähe von 0,5 und darunter, Abb. 26.

In Amerika geht man nicht wesentlich unter $K = 1$ und empfiehlt

$$K = 1{,}4 \sqrt{\frac{\cos\varphi}{\sigma}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6),$$

worin $\cos\varphi$ der üblichen Netzbelastung entspricht und die für Leerlauf gültige Sättigungszahl σ zwischen 1,2 und 2 liegt.

Um den höchsten Wert des plötzlichen Kurzschlußstromes $i_p = 2\sqrt{2}\,\frac{E}{X}$, der rasch auf den Dauerkurzschlußstrom I_k abklingt, klein zu halten, macht man die Streureaktanz X groß, und zwar den Stromreaktanzabfall $\frac{100\, I_n\, X}{E} = 10$ bis 27 vH und bildet sogenannte Streunuten aus, Abb. 27. Die Streunuten werden gleichzeitig als Lüftkanäle ausgenutzt, vergrößern aber den Ständerdurchmesser nicht unwesentlich. Die amerikanischen Ingenieure ziehen es vor, zwischen die parallelgeschalteten Stromerzeuger, in die Sammelschienen und in die abgehenden Speiseleitungen Drosselspulen, Abb. 28, einzubauen, die den plötzlichen und den dauernden Kurzschlußstrom herabsetzen; vereinzelt werden sie durch raschwirkende

RZ564Z28

Abb. 28
Drosselspulen, Bauart BBC, 188 V, 350 A, stoßweise 15 000 W.

RZ 564 Z 29

Abb. 29
Erregung mit Hilfserregermaschine der Skodawerke.
R = Läufer,
S = Ständer des Stromerzeugers.

Abb. 30
Erregermaschine nach Ossanna.

RZ 564 Z 30

Magnetschalter (Relais) erst im Augenblick des Kurzschlusses eingeschaltet und bleiben sonst kurzgeschlossen.

Wir dürfen nämlich nicht vergessen, daß mit wachsender Rückwirkung und Streuung die Stabilität und das Kippmoment (bei $3\,E\,I_k$[7]) Leistung) abnehmen und daß weiche Maschinen, namentlich bei plötzlichen Belastungen, leicht kippen, d. h. außer Tritt fallen. Sie arbeiten auch sehr ungünstig auf lange unbelastete Freileitungen oder Kabel, deren Kapazität C sehr gefährliche Spannungssteigerungen hervorrufen kann, welche übrigens auch bei Asynchronmaschinen möglich sind. Eine kapazitive Leitung erzeugt einen zusätzlichen Erregerstrom $I_{e_c} = \alpha\,\omega\,C\,E\,\lambda^2$, der zu dem gerade eingestellten Erregerstrom I_e hinzukommt; α ist das Verhältnis Erregerstrom : Kurzschlußstrom, $\omega = 2\,\pi\,f$ und λ das Übersetzungsverhältnis des Transformators zwischen Stromerzeuger und Leitung. Die Kapazität der Fernleitungen kann zur Selbsterregung der Stromerzeuger ausreichen, und zwar erregen sich Vollpolläufer in der Regel asynchron und Schenkelpolläufer synchron, d. h. im ersten Fall ist die entstehende Frequenz f etwas kleiner als $\frac{n\,p}{60}$.

Von größter Bedeutung für die Stabilität der Stromerzeuger sind raschwirkende und stabile Erregermaschinen mit beschleunigter Stromänderung. Neuzeitliche Erregungsanordnungen stellen den Magnetfluß, der erforderlich ist, die Spannung auf gleichbleibender Höhe zu halten, 25mal rascher ein als die bisher üblichen Erregermaschinen. Hohe Antriebdrehzahl, Fremderregung und kleiner Luftspalt sind für Erregermaschinen von Vorteil; kurze Stücke in den Polen der Erregermaschinen werden magnetisch hochgesättigt, Parallelschalten der unterteilten Erregerwicklung beschleunigt die Stromänderung. Die Haupterregermaschine wird durch eine Hilfserregermaschine negativ vorerregt, Abb. 29, oder man benutzt zwei Erregermaschinen in Zu- und Gegenschaltung. In der Erregermaschine nach Ossanna sind zwei gegeneinander geschaltete Maschinen in einer Art Dreileitermaschine vereinigt, Abb. 30. Eine neue Erregungsanordnung, wie sie in Amerika üblich ist, habe ich in Abb. 31 zusammengestellt. Zwischen Spannungswandler und Schnellregler liegt eine Anordnung von Blind- und Wirkwiderständen, die den Strom im Regler um 90° zurückschiebt. Die Erregerspulen der Haupterregermaschine sind in drei Gruppen parallelgeschaltet.

Bei Windungschluß, Eisenbrand oder dergl. ist eine schnelle Beseitigung der Erregung[8]) von größtem Wert, wobei ähnliche Gesichtspunkte wie bei der Schnellerregung maßgebend sind. Mit Hilfe einer negativen Erregerspannung kann man die Erregung nicht nur auf null bringen, sondern auch noch die Remanenz aufheben. Die SSW erzielen die Schnellentregung durch einen Schwingungswiderstand im Ankerzweig der Erregermaschine in Verbindung mit einem Entregungsschalter im Nebenschluß der

RZ 564 Z 31

Abb. 31
Amerikanische Anordnung der Erregung.

R_I, R_{II} Ohmsche Widerstände
X_1 induktiver Widerstand zur Erzeugung von einer um 90° verschobenen Phase
E_{AB}, E_{BC} verkettete Spannungen am Spannungswandler k
I_{AB}, I_{BC} Ströme in den beiden Stromkreisen des Spannungswandlers k
I_{reg} Hilfstrom zum Schnellregler e
A, B, C Dreiphasenklemmen des Stromerzeugers
a Erregung der Haupterregermas
b Induktionsmotor
c Haupterregermaschine
d Hilfserregermaschine
e Spannungsschnellregler
f Erregermaschine des Hilfsstro erzeugers
g Spannungsregler
h Hilfsstromerzeuger
i Hauptstromerzeuger
k Spannungswandler

Erregermaschine und durch die Gegen-EMK eines A schaltmotors im Ankerkreis der Erregermaschine[9]).

Bei den Mehrwellensätzen spielt während des geme samen Hochlaufens auf die Betriebsdrehzahl die rasche E regung der zwei, drei oder gar vier dauernd paral geschalteten Stromerzeuger eines Satzes eine wicht Rolle; es scheinen in dieser Hinsicht schon Schwierigkei aufgetreten zu sein. Notwendig ist es, die Stromerzeu im Läufer mit zuverlässigen Käfigwicklungen nach Abb. und 12 zu versehen, die Erregung von einem fremd raschlaufenden Erregersatz zu entnehmen und von Anfa an recht hoch einzustellen[10]).

In manchen Fällen, insbesondere in Netzen Wasserkraftanlagen, ist es angezeigt, zwischen Turb und Stromerzeuger eine leicht ausschaltbare Kupplu einzubauen, wozu sich insbesondere die später den Wasserkraft-Stromerzeugern behandelte Foster-Ku lung eignet. Man kann dann den abgekuppelten Str erzeuger als synchronen Phasenschieber verwenden. Elektrizitätswerk Turin ist ein 14 500 kVA-Stromerzeu für 3000 Uml./min mit einer Foster-Kupplung an die T bine angeschlossen. [B 564] (Fortsetzung folgt)

[7]) I_k = Kurzschlußstrom bei der eingestellten Erregung.
[8]) Die Praxis benutzt das Wort „Schnellentregung".

[9]) s. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 1898 bis 1901.
[10]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1888.

Die große Schau der amerikanischen Metallbearbeitung

Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum, Berlin-Charlottenburg[1])

Die amerikanische Erzeugung an Metallbearbeitungsmaschinen — Die Hauptrichtung der amerikanischen Metallbearbeitung — Die drei Ausstellungen: New Haven, Cleveland, Detroit.

Ohne große Ankündigung hat sich im September 1927 die größte bisherige Zurschaustellung der amerikanischen Metallbearbeitung vollzogen. Ihr heutiger Entwicklungszustand kennzeichnet sich folgendermaßen: Die amerikanische Kraftwagenerzeugung dürfte zur Zeit — nachdem sie jahrelang der Entwicklung der übrigen Metallbearbeitung vorgegriffen und die ihr geeignet erscheinenden Maschinen und Werkzeuge geradezu gewaltsam hochgezüchtet hat — so weit sein, daß sie das Erreichte auszubauen und für einige Zeit keine großen grundsätzlichen Änderungen ihrer Fabrikationshilfsmittel zu erwarten hat. Damit erhält der Werkzeugmaschinenbau Zeit, sich auf den übrigen Verbrauchsgebieten nach Anwendungsmöglichkeiten für seine neuen Modelle umzusehen und diese gegebenenfalls den nicht so massenhaft arbeitenden Industriezweigen anzupassen. Dazu kam eine gewisse Atempause der amerikanischen Massen-Autoindustrie, die mit Änderungen und Neuanschaffungen zurückhielt, bis der neue Ford-Wagen auf dem Markt erprobt sein wird. Der Werkzeugmaschinenbau ist jedenfalls, mit einigen Ausnahmen, im Mittel nur zu etwa 70 vH beschäftigt. Dieser Beschäftigungsgrad ist geringer als der des letzten Jahres, stellt aber doch den eines guten Durchschnittsjahres dar. Die Eisen- und Stahlerzeuger sind nicht voll beschäftigt und klagen über geringen Verdienst oder auch Verlust.

Im ganzen fanden drei Ausstellungen statt:

1. New Haven (Connecticut) vom 6. bis 9. September 1927. Diese Ausstellung trug örtlichen Charakter, war in der Hauptsache von den Neu-England-Staaten (Oststaaten) beschickt und von der Ortsgruppe New Haven der American Society of Mechanical Engineers, der dortigen Handelskammer und der Maschinenbauabteilung der Yale-Universität veranstaltet. Es war die siebente Ausstellung in dieser Stadt. Während der Schau hielt die „Machine Shop Division“ der American Society of Mechanical Engineers Sitzungen ab.

2. Cleveland (Ohio) vom 19. bis 23. September. Diese Ausstellung wurde von der National Machine Tool Builders' Association als erste eigene Schau veranstaltet. Bisher stellte der Verein nur im Rahmen der American Society for Steel Treating aus, die Abteilung „Werkzeugmaschinen“ wurde aber von Jahr zu Jahr größer und war 1926 in Chikago die besuchteste der ganzen Ausstellung. In diesem Jahr aber unterstrich der genannte Verein die Selbständigkeit seiner Ausstellung durch die Veranstaltung gleichzeitiger Sitzungen

der Society of Automotive Engineers (S. A. E.),
„ Foundry Equipment Manufacturers' Association,
„ Association of Manufacturers of Wood Working Machinery und
„ Screw Machine Products Association.

3. Detroit (Michigan) vom 19. bis 23. September. Diese Ausstellung veranstaltete die American Society for Steel Treating (A. S. S. T.) als neunte Schau und neunte Jahressitzung (die vorige fand im September 1926 in Chikago statt). Gleichzeitig mit ihr tagten in Detroit:

die Society of Automotive Engineers (S. A. E.),
„ American Welding Society und
das American Institute of Metals (A. I. M.).

So sehr es einesteils vorteilhaft war, alle Veranstaltungen der beiden letztgenannten Ausstellungen in eine Woche zu verlegen, so nachteilig war anderseits die Beanspruchung der Besucher. Der Zwang, eine Materialfülle, wie die hier gebotene, innerhalb 5 Tagen in sich aufzunehmen, dazu noch geschäftliche Verhandlungen mit Ausstellern zu pflegen, und die Unmöglichkeit, innerhalb dieser Zeit auch noch die Überzahl der Fachvorträge anzuhören, lassen es ratsam erscheinen, im Fall einer Wiederholung dieser Ausstellungen die Schauzeit zu verdoppeln. Auch für manche Firmen, die alle drei oder auch nur zwei von den Ausstellungen zur selben Zeit beschickten, bedeutete die Gleichzeitigkeit eine schwere Belastung, da doch — außer den unmittelbaren Ausgaben — jeder Stand mit leitenden Leuten besetzt sein mußte.

[1]) Teilbericht über eine für die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, unternommene Studienreise in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Abb. 1
Erzeugung von Werkzeugmaschinen in den Einzelstaaten der V. St. v. A. im Jahre 1925, vergl. Zahlent. 1.

Zahlentafel 1
Erzeugung von Werkzeugmaschinen 1925 (nach dem Bureau of Census)

Staat	vH	Wert $
Ohio	27,8	25 394 838
Pennsylvania	11,5	10 488 193
Massachusetts	8,3	7 589 750
Connecticut	7,8	7 157 646
Illinois	6,5	5 965 672
New York	5,9	5 435 887
Michigan	5,8	5 379 617
Wisconsin	4,5	4 129 124
Vermont	4,5	4 102 264
Indiana	3,5	3 214 084
New Jersey	3,5	3 127 802
Alle andern Staaten	10,4	9 474 526
Ver. Staaten v. Amerika insgesamt	100	91 459 403

Die amerikanische Erzeugung an Metallbearbeitungsmaschinen

Die Verteilung der Werkzeugmaschinen-Erzeugung nach dem Stande des Jahres 1925 (Angaben des Bureau of Census) ergibt sich aus Abb. 1 und Zahlentafel 1. Man sieht, daß der Staat Ohio mit den Hauptorten für Werkzeugmaschinenbau, Cleveland und Cincinnati, den stärksten Anteil unter den Staaten hat. Die Nähe der Autozentrale Detroit wirkt günstig. Den nächsten Anteil hat Pennsylvania, dann folgen die kleinen Neu-England-Staaten Massachusetts und Connecticut (Neu-England war die Wiege des amerikanischen Maschinenbaues) und der auch noch vom Kraftwagenbau Nutzen ziehende, weit westlich liegende Staat Illinois mit den Industriestädten Chikago und Rockford.

Die Bedeutung der sechs am stärksten an der Metallbearbeitung (einschließlich Warmbearbeitung usw.) beteiligten Städte geht aus der Aufstellung der Zahlentafel 2 hervor (gleichfalls nach den Angaben des Bureau of Census für das Jahr 1925).

Zahlentafel 2

Die Hauptstädte der Metallbearbeitungsindustrie

	Unternehmungen	Arbeiter und Angestellte	Löhne und Gehälter $	Wert: der verarbeiteten Werkstoffe $	Wert: der hergestellten Metallbearbeitungsmaschinen $
Cleveland, O.	21	2817	4 455 903	4 647 648	14 342 399
Cincinnati, O.	35	3171	4 691 711	4 590 013	13 114 208
Worcester, Mass.	13	1590	2 381 493	2 642 327	11 147 569
Detroit, Mich.	13	1222	2 063 825	1 994 981	6 510 558
Rochester, N. Y.	6	1041	1 745 197	1 442 684	5 797 504
Hartford, Conn.	10	1452	2 474 894	1 035 584	5 042 306

Zu bemerken ist hierzu, daß die Stadt Providence (Rhode Island) aus dem Grunde fehlt, weil ihre Produktionshöhe fast ausschließlich von der einen Firma Brown & Sharpe bestritten wird und die Ziffern einer einzelnen Firma nicht genannt werden sollten; nach der Arbeiterzahl wird die Produktion dieser Stadt als zwischen der von Worcester und Detroit liegend geschätzt.

Sehr bedeutungsvoll sind die in Zahlentafel 3 nachgewiesenen Erzeugungsangaben in Maschinenzahlen und Geldwert. Man beachte den hohen Wert der Schleifmaschinen, der Bohrmaschinen, der Fräsmaschinen, dann den erstaunlich hohen Wert der Hand-Werkzeugmaschinen. Lehrreich ist, daß der Wert für Drehbänke (außer Automaten!) mit 16⅓ Mill. $ (68,5 Mill. ℳ) die höchste Gruppe darstellt, daß Revolverbänke immer noch mit mehr als 4 Mill. $ und die nicht genannten Drehbankarten (also Wellendrehbänke, Vielstahlbänke u. a. Sonderbänke) mit gleichfalls mehr als 4 Mill. $ hohe Wertgruppen bilden.

Besonders erstaunlich ist der Wert für normale Drehbänke mit Kraftantrieb (über 7½ Mill. $). Man sollte annehmen, daß die Drehbank in ihrer Bedeutung zurückgegangen wäre. So teilte Alfred Herbert, Coventry[2]) mit, daß in zweien seiner Fabriken mit 1400 Arbeitern im Jahre 1920 noch 76 Spitzendrehbänke standen, heute aber nur noch 20, die hauptsächlich in den Werkzeugmachereien, Ausbesserungs- und Laboratoriumswerkstätten arbeiten; von allen mit Dreharbeiten beschäftigten Maschinen stellten die Spitzendrehbänke 1920 noch 25 vH, heute nur noch 9 vH dar. Nach einer amerikanischen Statistik sind dagegen in einer großen Zahl von Maschinenfabriken (landwirtschaftliche Maschinen, Dampfmaschinen, Pumpen, Textilmaschinen) 51 021 Maschinen zum Drehen tätig; hiervon sind 20 762 Spitzendrehbänke, d. h. 40 vH! Der Anteil der Drehbank ist also in Amerika — soweit nicht ausgesprochen Hochproduktion in Frage kommt — noch verhältnismäßig hoch.

Zur Vervollständigung des Bildes sei mitgeteilt, daß die amerikanische Maschinenausfuhr nach den Angaben des Bureau of Foreign and Domestic Commerce für Juni (die letzte im September erhältliche Zahl) höher war als im Vorjahr und überhaupt seit 1922 ständig gestiegen ist. Die Gesamtmaschinenausfuhr im Juni 1927 betrug über 14 Mill. $ (Steigerung gegenüber Juni 1926: mehr als 3 Mill. $). Die Ausfuhr für das erste Halbjahr 1927 beträgt 87¾ Mill. $ (1926 erstes Halbjahr: 76¼ Mill. $). An Metallbearbeitungsmaschinen führte Amerika im Juni für 1,9 Mill. $ aus (Vorjahr: 1,38 Mill. $); die Zahlen für das erste Halbjahr 1927 und 1926 betragen 11,05 und 9,26 Mill. $.

80 vH der Erzeugnisse der 24 wichtigsten Werkzeugmaschinenfabriken entstammen solchen Werken, die jährlich für mehr als 100 000 $, 69 vH solchen, die für mehr als 1 Mill. $ herstellen. Diese Werte rühren aus einer Statistik her, die die 24 führenden Werkzeugmaschinenfabriken für den Zeitraum von 1919 bis 1926 untersuchte; diese 24 Firmen stellten im Durchschnitt jährlich je für mehr als 1 Mill. $ Maschinen her.

50 vH der untersuchten Firmen verkauften in den letzten vier Jahren mit Verlust oder sehr geringem Gewinn; die Gewinne der übrigen 50 vH sollen sehr be-

[2]) „American Machinist" Bd. 66 (1922) S. 225 E.

Zahlentafel 3

Erzeugung von Werkzeugmaschinen 1925 (nach dem Bureau of Census)

Art und Staat	Anz. der Maschin.	Wert $
Biegemaschinen	807	641 711
Illinois	585	116 323
Ohio und Pennsylvania	106	361 431
Michigan und Wisconsin	28	53 609
Alle andern Staaten	88	110 348
Ausbohrmaschinen	802	3 032 026
wagerechte	583	1 687 889
Illinois	70	217 010
New Jersey	240	57 377
Connecticut u. Massachusetts	129	558 843
Ohio und Pennsylvania	99	577 860
Alle andern Staaten	45	276 799
senkrechte	219	1 344 137
Ohio und Pennsylvania	121	847 397
Alle andern Staaten	98	496 740
Räummaschinen	435	540 093
Michigan	207	150 579
Conn., Mass. und New York	108	146 615
Alle andern Staaten	120	242 899
Abschneidemaschinen	1 786	496 537
Kreissägen	250	294 168
New York	91	121 575
Illinois und Ohio	66	52 181
Alle andern Staaten	93	120 412
Bügelsägen	1 536	202 369
Bohrmaschinen	8 148	7 045 693
Mehrspindlige	1 211	2 109 738
Illinois	216	463 418
Michigan	163	226 305
Ohio	217	425 274
Conn., Mass. und Rhode Island	212	253 456
Indiana und Wisconsin	403	741 285
Ausleger	831	2 039 834
Ohio	743	1 803 214
Michigan und Wisconsin	46	92 398
Alle andern Staaten	42	144 222
Gefühlsbohrmaschinen	3 577	1 776 238
Ohio	642	198 108
Connecticut, Massachusetts und New Hampshire	1 551	951 372
Alle andern Staaten	1 384	626 758
Ständer-Bohrmaschinen	2 529	1 119 883
Illinois	1 150	357 890
Indiana und Ohio	721	419 265
Massachusetts und New York	395	323 198
Alle andern Staaten	263	19 530
Schmiedemaschinen	85	779 320
Maschinen für Bolzen, Muttern und Nieten	18	219 810
Biege- u. Stauchmaschinen	67	559 510
Zahnrad-Schneidmasch.	1 271	4 258 350
Formfräsmaschinen	624	2 232 615
Abwälz-Fräsmaschinen	647	2 025 735
Schleifmaschinen		10 733 890
Rundschleifmaschinen		3 644 575
Einfache		3 136 075
Universale	330	508 500
Massachusetts u. Rhode Island	136	219 311
Michigan, Ohio u. Pennsylvania	194	289 189
Flächenschleifmaschinen	894	1 466 760
Massachusetts	241	784 800
Connecticut u. Rhode Island	452	425 550
Illinois, Michigan u. Wisconsin	159	241 788
Alle andern Staaten	42	14 622
Stahl-Messer- u. Werkzeug-Schleifmaschinen	1 548	1 769 773
Connecticut	110	118 365
Massachusetts	174	75 071
Illinois u. Wisconsin	47	22 890
Alle andern Staaten	1 217	1 553 447
Innenschleifmaschinen	765	2 005 278
Andere Arten		1 847 504
Massachusetts		433 647
Michigan		156 536
Pennsylvania		133 112
Connecticut, Rhode Island und Vermont		400 914
Illinois und Ohio		666 555
Alle andern Staaten		56 740

Art und Staat	Anz. der Maschin.	Wert $
ammer (ortfest)	855	829 462
allhämmer	201	407 608
Dampf-Druckluft- u. Riemen- oder Motorantrieb	654	421 854
ehbänke		16 344 574
Mit Kraftantrieb	5 165	7 675 897
Ohio	2 615	4 756 805
Conn., Mass. u. N. Hampshire	722	1 209 486
New Jersey, New York u. Penns.	169	795 471
Illinois und Kentucky	210	138 713
Alle andern Staaten	1 449	775 422
Werkbank-Drehbänke	930	397 627
Massachusetts	525	122 167
Illinois und Ohio	196	193 110
Alle andern Staaten	209	82 350
Revolverbänke	1 567	4 155 054
Connecticut, Rhode Island u. Vermont	608	1 991 355
New York und Ohio	577	1 264 919
Indiana und Wisconsin	382	898 780
Andere Arten		4 115 996
Illinois		315 301
Michigan		692 956
Connecticut, Massachusetts, Rhode Island und Vermont		2 605 660
Alle andern Staaten		502 079
äsmaschinen		6 488 596
Mit Handvorschub	450	207 855
Connecticut, Massachusetts u. Rhode Island	81	39 437
Ohio und Pennsylvania	304	146 112
Alle andern Staaten	65	22 306
Mit Selbstgängen		6 280 741
Einfache Ständerfräsmaschinen	723	1 624 617
Universal-Fräsmaschinen	599	1 360 884
Connecticut, Massachusetts u. Rhode Island	295	597 185
Illinois und Ohio	228	568 731
Alle andern Staaten	76	194 968
Senkrecht-Fräsmaschinen	333	860 080
Illinois und Ohio	169	516 850
Massachusetts und Rhode Island	88	186 654
Alle andern Staaten	76	156 576
Lincoln-Type	374	679 101
Hobelmaschinen-Bauart	121	1 022 037
Andere Arten		734 022
ohrabschneid- u. Gewindeschneidmaschinen	2 637	1 304 858
Michigan	148	118 004
Connecticut und Massachusetts	257	166 285
Illinois und Ohio	1 586	556 341
Alle andern Staaten	646	464 228
obelmaschinen	193	1 104 786
Massachusetts	23	98 325
Ohio	133	858 360
Alle andern Staaten	37	148 101
and-Werkzeugmaschinen		11 896 325
Bohrmaschinen (elektrisch und durch Druckluft betrieben)	92 558	4 097 152
Ohio	26 312	1 054 027
Alle andern Staaten	66 246	3 043 125
Drucklufthämmer (Meißelmaschinen, Nietmaschinen usw.)	53 104	6 049 773
Elektrische Handschleifmasch.	18 500	1 122 167
Ohio	2 620	305 170
Connecticut und Massachusetts	249	28 275
Illinois und Wisconsin	361	33 460
Alle andern Staaten	15 270	755 262
Andere Arten		627 233
essen		7 994 953
Hydraulische	1 053	1 673 322
Biegen und Formen	1 015	1 592 075
Schmiedepressen	38	81 247
Mech. Antriebe f. Blechbearb.		6 321 631
Illinois und Indiana		293 190
New Jersey und New York		1 794 709
Alle andern Staaten		4 233 732
atzmaschinen	1 034	1 910 160
etmaschinen		687 519
hrauben-Automaten	2 301	5 919 266
Mehrspindlige	1 140	3 971 721
Einspindlige	1 161	1 947 545

Art und Staat	Anz. der Maschin.	Wert $
Wagerechtstößler (Shaper)	1 125	1 614 760
Connecticut	169	212 500
Ohio	537	680 954
Massachusetts und Rhode Island	53	64 735
Alle andern Staaten	366	656 571
Maschinenscheren	1 892	1 351 204
Illinois	344	139 033
Ohio	663	407 580
Pennsylvania	26	40 497
Del., New Jersey, New York	414	397 184
Indiana und Wisconsin	403	343 697
Alle andern Staaten	42	23 213
Stoßmaschinen	62	404 968
Connecticut und Massachusetts	41	72 588
New York und Pennsylvania	21	332 380
Schraubenschneidmaschin. (nicht für Rohre)	570	839 520
Senkrecht	153	171 127
Gewindefräsmaschinen	81	344 106
Gewindeschneidmaschinen	336	324 287
Alle andern Werkzeugmaschinen		5 240 832

scheiden gewesen sein. Auch das Jahr 1927 soll weniger Gewinne gebracht haben, als das letzte Berichtsjahr (1926). Demnach darf angenommen werden, daß die Preise der amerikanischen Werkzeugmaschinen nach Maßgabe der dortigen Verhältnisse nicht übertrieben hoch sind.

Die Hauptrichtung der amerikanischen Metallbearbeitung

Es dürfte heute nicht mehr nötig sein, dem Kenner allgemeine Werturteile über den deutschen und den amerikanischen Werkzeugmaschinen- und Werkzeugbau vorzulegen. Aber die große Masse der Betriebsleute schwankt in ihrem Urteil. Der eine glaubt, daß wir von drüben nichts lernen könnten, da unsre Verhältnisse anders seien, der andre schwört auf Amerika. Man lese heute das Urteil, das zwei zur Ausstellung New York im Jahre 1853 (!) und zum Besuch einer Reihe von Waffen- und sonstigen Fabriken gesandte englische Kommissionen abgaben; es lautet so, daß infolge der teuren Arbeitskräfte für fast jeden Arbeitsvorgang Maschinen verwandt würden, daß die Arbeit weitgehend unterteilt sei und die ganze Art der Fabrikation geradezu vollendet genannt werden könne, daß die normalen Maschinen der Amerikaner zwar hinter den englischen zurückständen, daß sie aber in der Anwendung von Sondereinrichtungen für Einzelarbeitsgänge einen Scharfsinn und eine Kühnheit entwickelten, die die Engländer unbedingt in gleichem Maß aufbringen müßten, wenn sie ihre Stellung auf dem Weltmarkt behalten wollten.

Das war vor annähernd ¾ Jahrhunderten!

Seitdem hat sich die eigentliche Entwicklung der amerikanischen Massenfertigung und damit der Werkzeugmaschinen staffelweise vollzogen: in den 60er Jahren die Waffenfabrikation, aus der die Universal-Fräsmaschine, die Rundschleifmaschine, die handliche Säulenbohrmaschine und die Werkzeugmacher-Drehbank als Hilfsmittel der allgemeinen Metallindustrie hervorgingen. Dann die Uhren mit ihren Sondermaschinen, die Fahrräder, Nähmaschinen und Schreibmaschinen mit ihrer Beeinflussung der allgemeinen und Sonder-Werkzeugmaschinen und endlich der Kraftwagenbau. Die diese Industrie kennzeichnenden Zahlen sind durch die Fach- und Tagespresse sattsam bekannt geworden; man kennt die ansteigenden Kurven der erzeugten Mengen und die abfallenden Preise für den einzelnen Wagen, den steigenden Anteil mechanischer und den sinkenden der menschlichen Arbeit, die verminderten Betriebsunkostensätze usw.

Die produktive Arbeitsleistung des einzelnen Arbeiters ist (nach Mitteilung der General Motors Corp.) von 1914 bis 1925 um fast 25 vH gestiegen; in dem gleichen Zeitabschnitt wuchs der Kraftverbrauch der amerikanischen Industrie um fast 48 vH, die Erzeugung um fast

59 vH, wobei der Kraftwagenbau den Hauptanteil stellt. Dabei muß man sich vergegenwärtigen, daß die Löhne in Amerika etwa das 3½fache der unsern betragen, und daß die Kaufkraft des Lohnes — unter Berücksichtigung des etwa halb so großen Wertes der Geldeinheit — ungefähr 1,7 mal so hoch ist wie bei uns.

Erzeugungssteigerung, Selbstkostenverringerung und Lohnerhöhung sind gewiß Dinge, die den Industrien aller Länder mehr oder weniger gemeinsam sind, aber interessant ist, daß der amerikanische Fabrikleiter der Massen-Metallindustrie auf den Lohnfaktor heute weniger Wert mehr legt als irgend ein andrer: er hat ihn überwunden, er hat die Maschinenentwicklung so hoch getrieben, daß er die Entwicklung des Arbeitsmarktes in Ruhe absehen kann. Die Verbesserung des Arbeitsverfahrens gestattet so große Ersparnisse, daß der Fabrikant leben und leben lassen kann. Er zahlt hohe Löhne und ermöglicht den Arbeitnehmern, etwa zweimal so viel an Sachwerten zu verbrauchen, wie unsere deutschen können, und weiß doch, daß der Lohn der Fabrikationseinheit sinkt. Er schafft nicht nur *diese* innere Reibungsfläche aus der Welt, sondern entspannt die einzelnen Organe des Betriebs durch die nicht nur ein Schlagwort, sondern einen tiefernsten Begriff bildende freundschaftliche Gemeinschaftsarbeit (hearty cooperation), die für die Zusammenarbeit aller Dienststellen weitläufiger Organisationen ebenso wichtig ist wie für die Betätigung verwickelter Sondermaschinen und für schwierige Handarbeit und die größten wirtschaftlichen Vorteile bringt.

Er behandelt seine Kundschaft psychologisch richtig, belehrt sie und lernt von ihr wo er kann. Er geht so wie an diese so auch an alle andern Fragen so herzhaft heran, so frisch, so vorurteilsfrei und konventionslos, daß der Erfolg nicht ausbleibt. Ist das Ziel überhaupt erreichbar, so wird bestimmt auch eine gute Parole ausgegeben, so die vor Jahren in Szene gesetzte Bewegung der Betriebsicherheit (Safety first!). Sie hat Erfolg gehabt. Ob man diese Taktik Appell an den gesunden Menschenverstand oder Gemeinsinn, ob man sie Enthusiasmus oder Rummel nennt — vor der Wirkung muß die Kritik verstummen.

So wäre es völlig unlogisch und unmöglich, wenn die gewaltige Entwicklung der verbrauchenden Industrie nicht Arbeitsmaschinen hätte entstehen lassen, mit denen auch wir Geld verdienen können. Nicht nur Sondermaschinen, sondern auch Normalsorten[3]); Maschinen, die um 50 oder 100 vH teurer sind als unsre, in denen aber auch vielfach mehr Arbeit steckt und die dann auch teurer sein *müssen*. Wenn viele unserer Fabrikanten nicht wagen können, mehr Konstruktions- und Betriebsarbeit in ihre Maschinen hineinzustecken, weil der deutsche Käufer das nicht bezahlt, so soll man doch in jeden größeren Betrieb *eine* gute amerikanische Maschine jeder Art hineinsetzen, um die Betriebsleute recht unzufrieden und anspruchsvoll zu machen. Den Vorteil dieser gesteigerten Ansprüche hat ja am Ende doch der deutsche Fabrikant. Alle die Gegengründe der Schwerfälligkeit — vor allem der, daß wir das bei unsern niedrigeren Löhnen nicht nötig haben und die teueren Maschinen sich nicht bezahlt machen — sprechen bei solch einer *maßvollen* Heranziehung des ausländischen Fabrikats nicht mit. Gewiß kann man in vielen Fällen eine unmittelbare Rentabilität nicht herausrechnen, aber läßt sich der erzieherische Einfluß einer höchstwertigen Drehbank für Werkzeugmacher, einer in jeder Hinsicht handlichen und Totzeiten sparenden Bohrmaschine, einer halbautomatischen Schleif- oder Fräsmaschine überhaupt in Geldwert ausdrücken? Und ist es nicht eine bei plötzlich einsetzendem Bedarf wertvolle Reserve, wenn man über einen Gesenkfräsautomaten oder eine selbsttätige mehrspindlige Gewindeschneidmaschine mit Revolvertisch verfügen kann? Schon daß die amerikanische Werkzeugmaschine sich stärker von Traditionen frei macht, keiner Mode und weniger dem persönlichen Geschmack unterliegt als rein sachlichen Erwägungen, weckt

[3]) Das gilt für Fräsmaschinen, Schleifmaschinen, Mehrspindelbohr- und Gewindeschneidmaschinen, für die übrigen mittleren Maschinen weniger oder garnicht, Pressen und schwere Maschinen gehören auch nicht dazu.

Sympathien. Neuerungen, die nicht auf eingehen
technischen Erfahrungen beruhen und die nicht zu erh
ter Leistung oder größerer Genauigkeit oder vermind
ten Preisen des Erzeugnisses führen, können auf kei
Kaufreiz rechnen.

Wir müssen unsern Betriebsleuten die Angst vor
neuen Maschinen austreiben, die viel stärker ist, als
uns gewöhnlich eingestehen. Auch hierin liegt ein Un
schied gegenüber Amerika; denn dort greift man gie
nach dem guten Neuen. Vielleicht wirkt das Neue
uns deshalb zu neu, weil die Propaganda nicht tief
nug wirkt, weil das Lesen amerikanischer Zeitschrif
Schwierigkeiten macht (jeder deutsche Betriebsmann n
englisch lernen!), und weil die Maschinen, die gem
sind, den meisten nur durch Bilder bekannt gewor
sind, aber nicht in natura. Auch die langen Lieferzei
der gewöhnlich vom amerikanischen Werk abzurufen
Maschinen schließen vielfach die Möglichkeit ihrer
schaffung glatt aus. Im übrigen sei ausdrücklich ges
daß hier nur diejenigen Maschinen gemeint sind,
denen sich der konstruktive Geist vor neue große A
gaben hinsichtlich Leistung und Genauigkeit gestellt s
bei denen er sich frei und ungehemmt durch verwaltur
mäßige Beschränkungen und kaufmännische Vors
entwickeln konnte, wo sich der Fachmann tatsächlich
ausleben durfte, wie unserer Werkzeugmaschinen-In
strie das leider nie beschieden war. Daß es unsrer We
zeugmaschinen-Industrie zur Zeit nicht gerade gut g
daß führende Werke sich angesichts des raschen Wechs
der Konstruktionen mit kleinen Fertigungsreihen beg
gen müssen, die oft nicht die Modelle und die We
kosten bezahlt machen, ist zu bedauern, kann die V
braucher aber nicht davon abhalten, ihre Ansprüche
hoch wie möglich zu schrauben. Tatsächlich handelt
sich zur Zeit um eine technische Krisis der Metallbe
beitungsindustrie, deren Abkürzung dadurch nur ge
dert werden kann. Und sie kann auch dadurch geför
werden, daß unsere Werkzeug- und Maschinenindus
mit äußerster Energie die Abstellung unserer sattsam
kannten Materialschwierigkeiten (Güte und Abmaß
betreibt.

Im einzelnen sei über

die drei Ausstellungen

folgendes berichtet:

Ausstellung New Haven

Dem örtlichen Charakter dieser Ausstellung
sprechend konnte sie kein Gesamtbild geben, und
meiste des Gezeigten fand sich nachher auf der Cl
land-Schau wieder. Erwähnenswert ist, daß zwei e
päische Maschinen gezeigt wurden: eine Zahnräder-F
maschine von Pfauter und eine Lehrenbohrmaschine
Société Genevoise in Genf. In Vorträgen wurden u
anderen folgende wichtige Fachthemen behandelt: „
Economics of Machine Tool Replacement", „Shop Eq
ment Policies in Representative Plants", „Modern Fini
for the Machine Tool Industry", „The Prerequisite
Successful Polishing", „Recent Developments in the
plication of Antifriction Bearings to Machine To
„Anti-friction Bearings in Ordnance work". Gleichz
fand eine Sitzung über Meisterausbildung nebst Vor
statt.

Ausstellung Cleveland

Cleveland eignet sich vorzüglich als Ausstellu
stadt. Es liegt in der Mitte des Industriebezirkes
Vereinigten Staaten und kann von der Hälfte der Be
kerung der Vereinigten Staaten und Kanadas in e
Nachtfahrt erreicht werden. Es hat 1 150 000 Einwol
Die sechs führenden Gasthöfe weisen 4000 moderne
mer auf, und dazu sind noch zahlreiche kleinere Gast
vorhanden.

Cleveland umfaßt über 3000 Fabriken mit mehr
750 Mill. $ Anlagekapital, 200 000 Angestellten und e
Jahreserzeugung im Werte von über 1000 Mill. $. E
gleichzeitig Eisenbahnknotenpunkt und Binnenhafen;
den 10 Mill. t Eisenerz, die es jährlich umschlägt und
Teil verbraucht (die Hochöfen in Cleveland erbl
jährlich 3 Mill. t Roheisen, eine einzige Anlage d

00 000 t), kommt der größte Teil auf Binnenseedampfern n. Eisen und Stahl stellen die Hauptindustrie der Stadt ar; ihr Wert beträgt ein Drittel des Wertes aller dort hergestellten Erzeugnisse. Die Gießereien und Maschinenfabriken produzieren für mehr als 150 Mill. $ im Jahr. Eine ähnliche Höhe erreicht der Wert der dort hergestellten Kraftwagen und Zubehörteile; Cleveland ist neben Detroit die Hauptstätte der Personen- und Lastwagenfabrikation.

Die Ausstellung bedeckte im ganzen etwa 5900 m² Nutzfläche. (Halle XI in Leipzig hat 21 000 m² Ausstellungsfläche.) Außer der großen Halle war noch eine Nebenhalle vorgesehen. Im ganzen waren 180 Firmen vertreten Leipzig, Halle XI, hatte etwa 270). Der Preis der Stände betrug etwa 56 ℳ/m². Dieser Betrag dürfte noch einen kleinen Gewinn für die Ausstellungsleitung abgeworfen haben. Die Ausstellungsräume waren geräumig, gut erleuchtet, gut gelüftet. Die Vorführungszeit war so bemessen, daß die Ausstellung nur an einem von den fünf Abenden geöffnet war, und zwar auch für das große Publikum. An den übrigen Tagen war das Publikum ausgeschlossen, so daß sich die Besucher nur aus Fachleuten zusammensetzten, die sich ausweisen mußten.

Dies war ein großer Vorteil. Auf den deutschen Ausstellungen wirkt das große Publikum meist außerordentlich störend, und der Fachmann hat nicht soviel von den Ausstellungen, wie er braucht. Das Verfahren fordert ur Nachahmung auf. Die amerikanischen Aussteller stellten fest, daß die Fragesteller durchweg ernst zu nehmen waren und daß ihr Interesse von praktischen Gesichtspunkten eingegeben war. Im ganzen kann mit etwa 0 000 Fachleuten als Besuchern gerechnet werden. (Die technische Frühjahrsmesse in Leipzig 1927 wies 155 000 Besucher auf, die nur zum Teil sachverständig waren.) Die Ausstellungsleitung rechnet, daß, wenn jeder Besucher im ganzen 420 ℳ (100 $) an Zeit und Ausgaben aufgewandt habe, man auf eine Ausgabe von etwa 4¼ Mill. $ von eiten der Besucher komme. Diese Berechnungsart ist eigentlich sehr praktisch, und man sollte alle Sitzungen und sonstigen Zusammenkünfte in dieser Weise auswerten, um dem Erfolg der Zusammenkunft auch die von den Teilnehmern aufgewandten Unkosten gegenüberstellen u können.

Als Unkosten der Aussteller schätzt die Leitung 25 ℳ/m², das ergibt für die Ausstellungsfläche einen Betrag von etwa 1,35 Mill. ℳ als Aufwendung für die Aussteller, d. h. etwa ⅓ so viel wie die Besucher nach der Schätzung aufgewandt haben. Die Aussteller sind sich bewußt, daß, wenn sie ihren aufgewandten Betrag durch die Anzahl der Besucher teilen, ein sehr kleiner Propagandabetrag für den einzelnen herauskommt, so daß eine solche Ausstellung als sehr billige Propaganda angesehen werden kann.

Etwa 25 vH der Aussteller waren Nichtmitglieder des Verbandes. Alle Ausstellungsstände waren vermietet, und zwar mit einer Überschreitung der gewünschten Standfläche um 33⅓ vH. Insgesamt waren an den Ständen über 00 leitende Persönlichkeiten und über 1100 Hilfspersonen tätig. Zu bemerken war, daß die leitenden Männer immer in den Ständen anzutreffen waren. Der Energieverbrauch der Ausstellung war sehr groß. Zum Antreiben der Motoren dienten 3900 PS, eine besondere Transformatorenstelle war aufgebaut, die 5000 PS leistete und rd. 200 000 ℳ gekostet hat. Ausgestellt waren 428 Maschinen, von denen die schwerste etwa 45 000 kg wog.

Fast alle führenden Werke hatten ausgestellt, jedoch vermißte man immerhin einige Maschinen, die man gern gesehen hätte, beispielsweise die Hobelmaschinen von Gray und der Cincinnati Co., verschiedene Firmen für mehrspindlige Gewindeschneidmaschinen, Räderfräsmaschinen, Abstechmaschinen, selbsttätige Poliermaschinen. Wenig vertreten waren Pressen und kleine Automaten. Mechanische Übersetzungsgetriebe mit Rollen oder Kugeln, von denen in Leipzig im Frühjahr 1927 zwei Ausführungen gezeigt wurden, fehlten ganz. Hydraulische Getriebe gab es fast nur für Vorschübe, hierfür aber recht zahlreich, als Hauptantrieb nur an Räumnadelziehmaschinen, d. h. für gradlinige Bewegung.

In den Sitzungen wurden während der Cleveland-Ausstellung folgende bemerkenswerte Vorträge gehalten: „Net Profit from Modern Machine Tools“, „Production Control“, „Integrated Production“, „Application of Electric Motors to Machine Tools“, „External Grinding“, „Developments in Cylinder Grinding“, „Processes Used in Making Stones“, „Development in Grinding“, „Production Engineering“, und außerdem eine Reihe von Normungsvorträgen.

Ausstellung Detroit

Dem Charakter des veranstaltenden Verbandes entsprechend war der Kern der Ausstellung eine Metallschau. Um diesen herum gruppierten sich aber große Teilausstellungen von Werkzeugmaschinen, Präzisions- und Handwerkzeugen, Werkstattausrüstungen aller Art, besonders Industrieöfen für Härte-, Glüh- und sonstige Zwecke mit Gas-, Öl- und elektrischer Feuerung.

Etwa 300 Aussteller hatten die Schau beschickt. Im ganzen umfaßte die Ausstellung 10 000 m² Standfläche; die Gruppe „Schweißen“ hatte allein über 1000 m² Platz belegt. An Energie standen 3000 PS zur Verfügung, und zwar in nicht weniger als fünf Stromarten (230 V von 60 Per./s, ein- und dreiphasig, Wechselstrom von 115 V, Gleichstrom von 240 und 120 V). Die der Ausstellung täglich gelieferten Gasmengen entsprechen dem Tagesverbrauch einer Stadt von 200 000 Einwohnern. Der Wert der ausgestellten Maschinen und sonstigen Waren betrug 4 Mill. ℳ, Transport- und Aufstellungskosten entstanden in Höhe von fast 3 Mill. ℳ. Die auf der Ausstellung vertretenen Industrien stellen ein Vermögen von etwa 21 000 Mill. ℳ dar und beschäftigen über 1 Mill. Menschen.

An deutschen Ausstellern fanden sich die Firmen Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co., Erfurt, Schuchardt & Schütte, A.-G., Berlin, Feilag-Vereinigte Feilenfabriken, A.-G., Remscheid, Carl Zeiß, Jena, und Ernst Leitz, Wetzlar, aus der Schweiz die Société Genevoise d'Instruments de Physique, Genf.

Von den Vorträgen sei nur erwähnt, daß eine gewisse Übereinstimmung mit dem Programm der Berliner Werkstofftagung vorhanden und erklärlich war.

Noch auf einen äußerlichen aber wichtigen Punkt sei hingewiesen: Die Kataloge von Detroit und Cleveland enthalten bei jedem Aussteller kurz und bündig die von ihm gezeigten Neuerungen und die Namen der am Stande anwesenden Firmenvertreter. Diese Einrichtung, besonders die erstere, ist ausgezeichnet. Es ist für den eiligen Besucher oft schwierig oder unmöglich, zu erkennen, was an den ausgestellten Gegenständen neu, also besonders bemerkenswert ist. Die Vertreter sind oft gerade dann, wenn man sie fragen möchte, von Interessenten in Anspruch genommen. Die Kataloghinweise ermöglichen aber eine Selbsthilfe, die man auf unseren Ausstellungen vermißt. (Die Schwierigkeiten einer Übertragung auf eine jährlich oder zweijährlich stattfindende Messe werden natürlich anerkannt, dürften aber nicht unüberwindlich sein.)

Über Einzelheiten der

Konstruktionen

sei an dieser Stelle nur kurz berichtet[4]). Sie zeigten fast durchweg hohe Qualität; billige Handelsware war wenig zu sehen. Dadurch wurde eher das Gepräge einer Ausstellung gewahrt und das einer Messe vermieden. Nachbildungen sah man kaum, aber Maschinen mit konstruktiven Ideen von großer Ursprünglichkeit, Kühnheit und Treffsicherheit, gewissenhafter Werkstattausführung und bester Form. Von den Mitbewerbern erreichte Ziele sucht man auf anderm, neuem Wege zu erreichen oder zu übertrumpfen. Ist das nicht möglich, so wird die im Wettbewerb stehende Firma oder die Bauart nebst Patentschutz gern — wenn auch unter Aufwand großer Mittel — aufgekauft (z. B. Acme-Gridley, Heald-Teromatic). Ausgestellte Neuerungen machten durchweg den Eindruck, daß sie ihre Kinderkrankheiten bereits überwunden haben und betriebsreif sind.

Hochleistungsmaschinen für den Kraftwagenbau und andre Zweige waren zahlreich vertreten; in der Hauptsache aber sah man allgemeine Werkzeugmaschinen und

4) Hierauf werde ich später ausführlicher zurückkommen.

auch vielfach vereinfachte Hochleistungsmaschinen, die der Mengenfabrikation angepaßt waren und berufen sind, dieser die in der Hochfertigung gewonnenen Erfahrungen zuzuführen.

Als interessante Einzelheit sei erwähnt, daß der amerikanische Werkzeugmaschinen-Verband in seiner Sitzung vom 10. bis 13. Oktober die Frage der Sondermaschinen vor allem für Hochleistung im Zusammenhang mit dem Beratungsdienst der herstellenden Firmen behandelte. Es wurde ausgeführt, daß der Kunde die verwickelten Sondermaschinen unmöglich so genau kennen könne wie der Hersteller. Die Beratung müsse sich auch auf die praktischsten Werkzeuge und Vorrichtungen beziehen, und es werde sich daraus wahrscheinlich ein — natürlich besonders zu berechnender — wirklicher fabrikatorischer Beratungsdienst jedes Herstellers für seine Sondermaschinen entwickeln.

Die Ausnutzung der Erfahrungen des Kraftwagenbaues macht weitere Fortschritte; die Getriebe (zumal bei Fräsmaschinen und Drehbänken) ähneln fast durchweg den Autogetriebekasten, sowohl in der allgemeinen Bauart wie der Gedrungenheit und Handlichkeit; sonst herrschen Nortonkasten für den Vorschub vor, lose Wechselrad-Antriebkasten fanden sich mehrfach. Vielfach-Scheiben-Kupplungen, Bremse im Antrieb, Zentralschmierung und Keilriemen werden in steigendem Maße benutzt. Auch ist die Werkstoffgüte, die Werkstoffverteilung und die Verstärkung gefährlicher Querschnitte der Maschinen verbessert worden.

Bemerkenswert ist der weitgehende Einbau von Kugel- und Kegelrollenlagern, und zwar jetzt auch in Hauptspindellagern (Fräsmaschinen, Drehbänken und Schleifmaschinen) und auch von führenden Werken. (Eine gewisse Innenschleifmaschine hatte vor zwei Jahren nur 6 Kugellager, heute deren 28). An vielen Maschinen sind die Gleitlager schon gänzlich verschwunden. Eine Drehbankfabrik baut Rollen- oder Gleitlager, je nach Wunsch, ein. Die Kugel- oder Rollenlager für solche Zwecke müssen aber besonders ausgesucht oder hergestellt sein!

Im Gegensatz dazu ist man bei einer erstklassigen, schweren Rundschleifmaschine zu dem grundsätzlich uralten Bronzeschalenlager mit eingelegten Nachstellblechen, die nach Auslaufen der Schalen einzeln herausgenommen werden, zurückgekehrt. Ferner gaben die verbesserten elektrischen Einzelantriebe (alle Maschinen auf den Ausstellungen hatten Einzelantrieb), zahlreiche Druckknopfsteuerungen, der Ersatz verwickelter Getriebe durch Einbau mehrerer Motoren, wirksame Kühleinrichtungen, Ausbau der hydraulischen Vorschübe, hydraulische und Druckluft-Spannfutter den ausgestellten Maschinen ihre Hauptkennzeichen.

Im einzelnen seien noch folgende Stichworte genannt:

Drehbänke. Neue ein- und mehrspindlige Halbautomaten, neue Vielstahlbänke, selbsttätiges Einfachkarussell.

Fräsmaschinen. Neue Automaten in starrer Rahmenkonstruktion, hydraulischer Vorschub bei einer sehr schweren Maschine, allgemein besonders hohe Spanleistung, Arbeitsgenauigkeit, Handlichkeit und weiter verringerte Totzeiten. Fräs- und Bohrautomaten mit Revolverteller. Neue Gewindefräsmaschine für Innen- und Außenfräsen (letzteres mit Hohlfräser), auch mit Revolverkopfaufnahme der Werkstücke.

Bohrmaschinen. Mehrspindlige, mit Revolvertisch für die Werkstückaufnahme, leichte und schwere Bauart, zuverlässige Gewindebohrköpfe, Senkrechtmotorantrieb auch für kleinere Maschinen (für große Maschinen drüben nicht beliebt), viele hydraulische Vorschübe, beliebig zusammenstellbare Einheiten, auch hydraulische, Radialbohrmaschinen, sehr schwer und sehr handlich, auch „Gefühlsradiale".

Shaper (Wagerechtstößler). Mehrere sehr schwere und handliche Ausführungen.

Schleifmaschinen. Große Tischvorschübe. Feine hydraulische Stufungen. Halbselbsttätige Maschinen. Besonders große, spitzenlose Schleifmaschine. Innenschleifspindel mit Luftturbinenantrieb. Planschleifmaschinen (Belagschleifmaschinen), mit Selbstgang u Magazinzufuhr, auch hydraulisch. Reibahlen-Zahnschl maschine von höchster Genauigkeit.

Staubschleifmaschinen (Lapping) u Reibschleifmaschinen (Honing) verschiede Art.

Zahnradbearbeitung. Geschliffen wird niger als früher (verzugfreier Stahl!). Hartrollmaschi Viele Meßeinrichtungen. Schneckenabwälzmaschinen zahnradförmigem Rundmesser. Schneckenschleifmas nen.

Gewinde. Große Gewinderollmaschine.

Gesenkbearbeitung. Auf Hobelmaschi Drehbänke, Fräsmaschinen und Bohrmaschinen du gesondert ausgeführte und anzubauende, voll selbsttät elektrische Steuerschalter. Neue Sonderbohr- und -f maschinen.

Kolbenringe, Kurbelwellen, Nocke wellen. Verschiedene neue Sonderdrehbänke u Schleifmaschinen.

Pressen. Neue Viersäulenpressen.

Schmiedemaschinen nach dem Halbwarmv fahren mit hoher Leistung.

Warmbehandlung. Elektrische Schmiede-, V gütungs- und Härteöfen aller Art, auch für unun brochenen Durchgang. Gas- und Ölöfen mit weitgeh durchgeführter, selbsttätiger Überwachung und Regelu Waschmaschinen, Schweiß- und Schneideeinrichtung neue feuerbeständige Metallegierungen.

Werkzeuge. Gut behandelte und deshalb stungsfähige Stähle. Viel Stellit. Grobgezahnte, n hinterdrehte Fräser. Universal-Bohrvorrichtungen Schnellbewegungen. Neuerungen an Reibahlen, Schl scheiben usw. Innenmeßgeräte. — An sonstigen F Meßwerkzeugen war nichts mit den Zeißschen gleicher Höhe Stehendes zu sehen.

Es wäre der Ausstellung zu wünschen gewesen, mehr deutsche Besucher dagewesen wären. Schätzu weise waren etwa 15 Deutsche anwesend, darunter gefähr die Hälfte Vertreter von Einfuhrfirmen.

In amerikanischen Fachkreisen hat man den druck, daß insbesondere die Cleveland-Ausstellung ei vollen Erfolg darstelle, und ist dadurch anscheinend stellungsfreundlicher geworden, als man früher war. Möglichkeit, in gedrängter Form die letzte Entwickl des Fachgebietes vor Augen zu haben, mit Vertretern verbrauchenden Industrie und andern Fabrikanten kürzester Zeit verhandeln zu können, den Gedank austausch durch Vorträge und Aussprachen vertiefen können, erscheint so vorteilhaft, daß diese erste g selbständige Werkzeugmaschinen-Ausstellung besti wiederholt werden dürfte.

In den Beurteilungen kommt zum Ausdruck, daß Lesen der Zeitschriften und die Besuche der Verkä nicht ausreichen, um sich laufend zu unterrichten, und der Besuch derjenigen fremden Werkstätten, wo di Frage kommenden Maschinen zu sehen sind, unmögli Zeitverluste und Reisekosten verursachen würde, daß gegen die Kosten, die durch den Besuch derartiger A stellungen erwachsen, sich um ein Vielfaches wieder bringen. In der Tagung des Amerikanischen Werkze maschinen-Verbandes vom 10. bis 13. Oktober wurde Vorschlag erörtert, im Jahre 1928 keine Ausstellung beschicken und zu veranstalten. Jedenfalls soll aber nächste Werkzeugmaschinen-Ausstellung vorbereitet den, wenn auch ihr Zeitpunkt noch nicht feststeht. Ei Aussteller halten eine fünfjährige, andre eine dreijäh Wiederkehr der Schau für ausreichend, wieder a fordern eine etwas größere Häufigkeit.

Diese Erörterungen sind gerade heute angesichts innerhalb der deutschen Werkzeugmaschinen-Indus ausgebrochenen Kampfes um die Frage der ein- zweijährigen Beschickung der Leipziger Messe beson interessant. Ich glaube, daß eine zweijährige Wie holung den deutschen Verbrauchern genügen würde; auch für die Auslandspropaganda, muß von andrer St beurteilt werden. [B 975]

Das Ingangsetzen von Flugmotoren

Von Dipl.-Ing. F. Goßlau, Charlottenburg

Die wichtigsten Verfahren und bekanntesten Vorrichtungen für das Ingangsetzen von Flugmotoren: Anwerfen, Durchdrehen, Handkurbel mit Vorgelege und Anlaßmagnet, das Maybach-Verfahren, Patronen-Anlasser von Farman, elektromotorische Anlasser, Druckluftbetrieb, die Verteiler, Gemisch-Anlasser mit Hand- und motorischer Betätigung, Schwungrad-Anlasser. Die Anforderungen an einen Flugmotoren-Anlasser werden von keiner der bekannten Vorrichtungen voll erfüllt.

Mit den steigenden Leistungen ist das Ingangsetzen der Flugmotoren immer schwieriger geworden; doch ist das nicht der einzige Grund, weswegen sich die Konstrukteure in wachsendem Maß mit dieser Frage befassen. Vielmehr ist bekannt, daß es mitunter ermüdender, stundenlanger Bemühungen bedarf, um einen Flugmotor von großer Leistung in Gang zu bringen. Abgesehen vom Zeitverlust, der weder für den Luftverkehr noch viel weniger aber bei militärischen Flügen zulässig ist, werden die Flugzeugbesatzungen (etwa bei einer Notlandung) bei den heute üblichen Arten des Anlassens der Motoren zu bald erschöpft. Das Drehen der Motoren an der Luftschraube ist zudem mit Lebensgefahr verbunden. Bei Flugzeugen mit mehreren Motoren ist es ferner erwünscht, während des Fluges Motoren stillsetzen und bei Bedarf in der Luft wieder anlassen zu können.

In den letzten Jahren hat man daher selbsttätige Anlasser für Flugmotoren entwickelt, die nach verschiedenen Verfahren arbeiten.

Das Anwerfen

Ursprünglich wurden Flugmotoren, ähnlich wie Automobilmotoren, durch schnelles Herumdrehen der Luftschraube bei eingeschalteter Zündung „angeworfen". Dieses Verfahren erforderte Übung, Geschicklichkeit und größte Aufmerksamkeit. Es kam vor, daß nach vielen vergeblichen Versuchen der Motor plötzlich doch ansprang und die Luftschraube schwere Verletzungen ja den Tod des Monteurs herbeiführte. Trotzdem muß man auf das Anwerfen noch heute oft zurückgreifen, wenn die andern Mittel versagen.

Das Durchdrehen

Am häufigsten setzt man heute den Flugmotor mit dem elektrischen Handanlasser in Gang: nachdem man die Magnetzünder des Motors kurzgeschlossen hat, dreht man mit der Hand die Luftschraube so weit, bis mehrere Zylinder zündfähiges Gemisch aus dem Vergaser erhalten haben. Darauf schaltet man die Motorzünder wieder ein und erzeugt die ersten Zündungen mit Hilfe des Handanlassers, Abb. 1. Der Strom des Anlassers wird über die Verteiler der Motorzünder der Kerze desjenigen Zylinders zugeführt, dessen Kolben gerade auf Beginn Arbeitshub steht.

Dieses Anlaßverfahren hat sich recht gut bewährt. Man muß aber den Motor **kräftig** durchdrehen, damit die Saugwirkung im Vergaser für die Gemischbildung ausreicht; sonst tritt die erste Zündung nicht ein. Auch dürfen zwischen Durchdrehen und Betätigen des Handanlassers nur wenige Sekunden verstreichen, damit der Druck des Gemisches, das in dem zuerst anspringenden Zylinder verdichtet wurde, nicht abnimmt; daher ist der Flugzeugführer auch bei diesem Verfahren meist auf Hilfe angewiesen.

RZ784Z1

Abb. 1
Elektrischer Handanlasser
für Flugzeugmotoren.

Die Handkurbel

Motoren mit größeren Zylindern oder höherer Verdichtung kann man kaum so rasch durchdrehen, wie notwendig ist. Kommt dann noch hinzu, daß einige Kolbenringe nicht mehr gut abdichten, so verschwindet der Gasdruck sehr schnell und das Anlassen solcher Motoren wird eine sehr unerfreuliche und ermüdende Geduldprobe.

Um das Durchdrehen großer Motoren zu erleichtern, versieht man sie mit einer Hand-Andrehvorrichtung, Abb. 2 und 3. Ein Zug an dem Zapfen *a* bringt das Stirnrad *b* unter dem Einfluß der Feder *c* mittels der Klauen *d* und *e* in Eingriff mit der Handkurbel *f*, worauf man den Motor über das Vorgelege *g—h—i—b* leicht drehen kann. Zugleich wird der Anlaßmagnet *l* über die Kegelräder *h* und *k* angetrieben. Sobald der Motor läuft, lösen sich die Klauen *d* und *e* selbsttätig und schieben das Zahnrad *b* zurück, so daß der Haltezapfen *a* wieder einspringt. Die Andrehwelle kann man in manchen Fällen bis an den Führersitz verlängern. In Amerika werden solche Andrehvorrichtungen von besonderen Firmen laufend hergestellt und finden guten Absatz, Abb. 4.

Gemischsaugpumpe

Nach dem Verfahren der Firma Maybach-Motorenbau, Friedrichshafen, die sich besonders mit dem Bau von Luftschiffmotoren beschäftigte, hebt man zum Zweck des Anlassens mit Hilfe des Anlaßhebels *a*, Abb. 5, sämtliche Ventile an, schließt das Auspuffrohr mittels der Klappe *b* nach außen ab und betätigt die Anlaßklappe in den Vergasern. Gleichzeitig wird die Leitung zu einer Hand-

Abb. 2 und 3
Hand-Andrehvorrichtung
des Motors B M W VI.

a Zapfen
c Feder
d, e Kupplungsklauen
f Handkurbel
g, h, i, b Vorgelege
k Anlasser-Antrieb
l Anlaßmagnet

RZ784Z2u3

Abb. 4
Hand-Andrehvorrichtung als Zubehörteil für Flugmotoren, in Amerika von Sonderfabriken gebaut.

Abb. 7
Anlaßvorrichtung mit Vorgelege für elektrischen und Handantrieb der Eclipse Machine Co., East Orange, N. Y.

Abb. 8
Anordnung eines elektrischen Anlassers bei den Farman-Motoren mit elektrisch betätigter Sperrvorrichtung (rechts).

a, *b* Kegelradgetriebe
c Stirnrad
d als Rutschkupplung ausgebildetes Stirnrad
e Zahnrad mit den Anlaßklauen

Saugpumpe *c* geöffnet, die an den Auspuffsammler angeschlossen ist und ermöglicht, bei stillstehendem Motor Gemisch aus den Vergasern in die Zylinder anzusaugen. Man legt sodann den Anlaßhebel wieder zurück und bringt den Motor mittels des elektrischen Handanlassers in Gang.

Das Verfahren ist einfach und kann beliebig häufig — auch in der Luft — wiederholt werden. Allerdings bedeutet die Vorrichtung zum Anheben der Ventile eine gewisse bauliche Verwicklung, besonders bei Flugzeugen mit mehreren Motoren.

Pulveranlasser

Ziemlich behelfsmäßig ist ein Patronenanlasser, den die Firma Farman versucht hat, Abb. 6. Hier wird gewissermaßen in einen Zylinder des Motors hineingeschossen, und die Anlaßvorrichtung ähnelt dementsprechend auch dem Schloß eines Gewehrs. Sie besteht aus einem beweglichen Teil *a*, der den Schlagbolzen

Abb. 5
Maybach-Anlaßverfahren. Bei geschlossenem Auspuffsammler mit angehobenen Ventilen wird mit der Handpumpe Gemisch in die Zylinder gesogen.

a Anlaßhebel *b* Auspuffklappe *c* Anlaßpumpe

a beweglicher Teil der Anlaßvorrichtung
b Auszieher, nimmt verbrauchte Patrone mit
c Auslösehebel
d Schlagbolzen
e Verbrennungsraum der Patronenladung
f Kanal für die verbrannten Gase
g Rückschlagventil

Abb. 6
Patronenanlasser von Farman, Billancourt.
Ein Schuß in einen auf Arbeitshub gedrehten Zylinder soll den Motor anspringen lassen.

und die Feder enthält. Zieht man diesen Teil mit der Hand zurück, so nimmt der Auszieher *b* die verbrauchte Patrone mit. Nach Einsatz einer neuen und Auslösen des Hebels *c* entzündet der Schlagbolzen *d* die Ladung der Patrone, die vornehmlich in dem Raum *e* verbrennt. Die Gase strömen durch den Kanal *f* und das Rückschlagventil *g* in den Zylinder. Bei richtiger Bemessung des Überströmkanals und der Feder des Rückschlagventils sollen Überbeanspruchungen der Triebwerkteile vermieden werden, so daß der Druck beim Anlassen den sonstigen Zünddruck nicht übersteigt. Man hat bisher nicht viel von diesem Verfahren gehört. Der Pulverschleim dürfte den Kolbenlauf gefährden, und eine einzelne Zündung reicht kaum aus, um einen Motor in Gang zu bringen. Außerdem ist das Auswechseln der Patronen nicht gerade bequem.

Elektrische Anlasser

Als elektrische Anlasser für Kraftwagen zuverlässig geworden waren, lag es nahe, sie auch für Flugmotoren zu verwenden. Flugmotoren mit elektrischen Anlassern werden heute schon reihenmäßig geliefert, vgl. z. B. Z. Bd. 69 (1925) S. 1328, Abb. 12 (600 PS-Farman-Motor). Abb. 7 zeigt die elektrische Anlaßvorrichtung mit Vorgelege der Eclipse-Machine Co., verbunden mit Handkurbel zum Andrehen der Motorwelle. Diese Art Anlasser ist zuverlässig, vom Führersitz aus bequem bedienbar und bedingt keine baulichen Beschränkungen, jedoch die Mitnahme einer Batterie. Ihr Gewicht beträgt z. B. bei dem erwähnten Farman-Motor 50 kg, und der Einbau lohnt sich also erst, wenn man bei größeren Flugzeugen mehrere Motoren aus dem gleichen Sammler speisen kann. Die Batterie von 24 V wird mittels eines besondern Stromerzeugers von 500 W während des Fluges wieder geladen und kann auch den gesamten Bordbedarf an Strom decken.

Abb. 8 zeigt die Anordnung der Anlage für Farman-Motoren. Die Welle des Anlaßmotors treibt mittels eines Kegelrädergetriebes *a*, *b* ein Stirnrad *c*, das lose auf der Verlängerung der Kurbelwelle sitzt. Zahnrad *c* treibt eine Hilfswelle auf Kugellagern mittels des Zahnrades *d*, das gleichzeitig als Rutschkupplung ausgebildet ist. Das Zahnrad *e* trägt erst die Anlaßklauen. Es sitzt auf Flachgewinde und schiebt sich, wenn es gedreht wird, vorwärts, bis seine Klauen in die Welle eingreifen. Sobald der Motor schneller läuft, als der Anlasser, schraubt sich das Zahnrad *e* wieder zurück.

Druckluftanlasser

Leichter und in den Abmessungen weniger abhängig von der Motorleistung sind die Druckluft-Anlasser, Abb. 9. Aus einer Flasche *a* wird über Druckminderventile, ein Absperrteil *b* und einen Verteiler *c* Druckluft in denjenigen Zylinder geleitet, dessen Kolben sich im Arbeitshub befindet. Meist genügt es, den Hahn *b* ganz kurz zu öffnen, um den Motor in Gang zu bringen. Der Verteiler sitzt meist auf dem Ende der Nockenwelle und läuft wie diese mit halber Motordrehzahl. Er ist ein wesentlicher Bestandteil der meisten heute gebräuchlichen Druckluftanlasser und wird sehr verschieden ausgeführt.

Der Verteiler am BMW VI-Flugmotor, Abb. 10, hat eine gehärtete und geschliffene Welle *d*, die die aus der Flasche kommende Druckluft über einen Ringkanal *f* und eine Nut *g* den Anschlüssen *h* der Zylinder zuführt. Damit der Druck nicht bis zu einer für die Zylinder gefährlichen Höhe steigen kann, bläst ein Überdruckventil bei rd. 25 at ab. Die Verteilerwelle ist auf dem Kegel des Mitnehmers *i* leicht verstellbar. Der Rauminhalt der Luftflasche beträgt 6 l und genügt, um den Motor von 600 PS etwa 15 mal anzulassen.

Solche Druckluftanlasser, die auch bei den Siemens-Motoren der deutschen Fernlenkboote Anwendung fanden, arbeiten ziemlich zuverlässig. Ihr Nachteil ist, daß die Flaschen, wie elektrische Sammler, gerade dann erschöpft sein können, wenn sie am notwendigsten gebraucht werden. Meist werden kleine Bordflaschen fest im Flugzeug eingebaut und in den Flughäfen aus großen Flaschen nachgeladen. Diese großen Flaschen fährt man auf dem Anlaßwagen, einem Gestell mit zwei großen Rädern auf Luftreifen, an das Flugzeug heran. An die Bordflasche angeschlossen, laden sie diese auf und liefern gleichzeitig die Druckluft für das Anlassen der Motoren in den Häfen, so daß das Flugzeug mit vollgeladener Bordflasche abfliegt. Immerhin erfordert das Druckluftverfahren die Bereitstellung von Ersatzflaschen oder Kompressoren auf den größeren Landeplätzen.

Für Flüge in Gegenden ohne Bodenorganisation, in Kolonien und in allen Fällen, wo unmittelbare Betriebsbereitschaft des Anlassers gefordert wird, sind daher Druckluftanlasser nicht brauchbar. Die Staaten, in denen die militärische Luftfahrt im Vordergrunde steht und die durch laufende große Aufträge auch die Zubehörindustrie beschäftigen, haben die Weiterentwicklung der Anlasser planmäßig gefördert.

Abb. 9
Allgemeine Anordnung eines Druckluftanlassers. Ein Verteiler leitet Druckluft in den jeweils auf Arbeitshub stehenden Zylinder. Der Motor läuft zunächst als Druckluftmaschine, bis sich in einem Zylinder das inzwischen angesogene Gemisch entzündet.
a Druckluftflasche *b* Absperrhahn *c* Verteiler

Gemischanlasser mit Druckluft-Handpumpe

In Frankreich hat man sich besonders mit Gemischanlassern beschäftigt, als deren Vorläufer man das Maybach-Verfahren ansehen kann. Nach dem Verfahren von Saintin, wird das Brennstoff-Luft-Gemisch unter Druck in die Zylinder geblasen. Zu diesem Zweck verdichtet man die Luft mittels einer Hand- oder Fußpumpe in einer Flasche. Die Luft strömt beim Anlassen mit mäßigem Überdruck durch einen Sondervergaser über einen Verteiler und ein Rückschlagventil in den auf Arbeitshub stehenden Zylinder, wo das Gemisch mittels eines Handmagneten entzündet wird. Die Anlage soll nur 8 kg wiegen. Die Flasche faßt 4 l, und man braucht etwa 100 s, um sie auf 5 at aufzupumpen.

Abb. 10.
Druckluftverteiler am BMW VI-Flugmotor. Der Verteiler, mit der Nockenwelle verbunden, übernimmt beim Anlassen die Steuerung der Druckluft.
d gehärtete und geschliffene Welle
e Anschluß der Druckluftflasche
f Ringkanal
g Nut
h Zylinderanschlüsse
i Mitnehmer

Abb. 11
Gemischverteiler der Fiat-Motoren. Kegelige Verteilerscheibe mit zwei Lochgruppen läuft mit ¼ der Motordrehzahl. Das Rückschlagventil ist angehoben.

Die Anwendbarkeit dieses Anlassers soll unabhängig von der Motorleistung sein. Tatsächlich genügt es aber wegen der großen Luftquerschnitte und der Trägheit der Brennstoffsäule selten, in einem oder zwei Zylindern zu zünden, um die Vergaser starker Motoren in Betrieb zu setzen, es sei denn, daß man wie Maybach eine besondere Anlaßklappe anbringt. Selbst dann spielt die Temperatur des Motors noch eine entscheidende Rolle. Bei großen Motoren muß man also entweder den Luftvorrat vergrößern, wozu im Flugzeug oft der Platz fehlt, oder die Luft höher verdichten, wozu aber weder Hand- noch Fußpumpe ausreichen. Die Firma befürwortet daher selbst die Verwendung einer vom Motor angetriebenen Luftpumpe.

Fiat verwendet das gleiche Anlaßverfahren, hat aber, weil sich die Verteiler verhältnismäßig schnell abnutzen, ihre Drehzahl auf ¼ der Motordrehzahl herabgesetzt, Abb. 11, und in dem kegeligen Verteiler zwei Gruppen von Bohrungen angebracht, die um den halben Zylinderabstand gegeneinander versetzt sind.

Das Verfahren von Saintin hat gewisse Nachteile. Tritt das Gemisch ein, wenn sich der Kolben gerade im oberen Totpunkt befindet, so kann keine Zündung die Kurbelwelle drehen. Man muß also den Verteiler so einstellen, daß das Gemisch hinter dem oberen Totpunkt eintritt. Bei einer ungünstigen Kolbenstellung sinkt dann der an sich schon geringe Druck des Gemisches so stark, daß die Zündung ausbleiben kann. Ist anderseits der Druck des Gemisches zu hoch, so kann schon sein Druck den Kolben in Bewegung setzen, der Druck abnehmen und wieder die Zündung in Frage gestellt sein.

Diese veränderlichen Bedingungen erschweren das Anlassen; man hat daher versucht, zunächst eindeutige Verhältnisse zu schaffen: gleiche Gasdichte, gleichen Zylinderraum. Damit stets bei der gleichen Kolbenstellung angelassen wird, hat Herzmark folgende Lösung vorgeschlagen, Abb. 12: Im Zylinder *a* werde der Arbeitshub, im Zylinder *b* der Verdichtungshub ausgeführt. Die Zylinder sind an gleichgroße Behälter *c* und *d* angeschlossen, die unter gleichem Druck stehen. Läßt man das

Abb. 12
Anlasser nach Herzmark, schafft für die Ingangsetzung gegenüber anderen Gemischanlassern eindeutige Verhältnisse: stets gleiche Kolbenstellung, bestimmten Druck.
a Zylinder für Arbeitshub
b desgl. f. Verdichtungshub
c, *d* Behälter gleicher Größe und von gleichem Druck

Abb. 13
Gemischanlasser mit Hilfsmotor und Kompressor. Ein Gemischkompressor, von einem Zweitakt-Hilfsmotor angetrieben, drückt über einen Verteiler Gemisch in den sich in Drehung versetzenden Hauptmotor. Ein Druckknopfschalter leitet dann den Zündstrom des Hilfsmotors über den Zündverteiler des Hauptmotors der richtigen Kerze zu.

Gas aus den Behältern gleichzeitig in die Zylinder übe strömen, so stellen sich ihre Kolben auf gleiche Höhe ei

Die beiden Behälter werden mittels einer zweistufige Handluftpumpe aufgeladen. Öffnet man mittels eines Hebe ihre Auslaßventile gleichzeitig, so strömt die Luft üb Hähne, in die bestimmte Mengen von Brennstoff gelauf sind, und über einen Doppelverteiler in zwei Zylinde wovon der eine auf Expansion, der andre, der nächste i der Zündfolge, auf Verdichten steht. Gleichzeitig betäti man den Handmagneten. Der Anlasser hat bei einer am lichen Prüfung ermöglicht, einen 450 PS-Hispano-Suiz Motor einschließlich des Aufladens der Behälter mit d Handpumpe in 40 s in Betrieb zu setzen.

Nach dem Verfahren der Société de Mécaniqu Nouvelle wird das Gemisch nicht im Motor, sondern i einem besonders angebauten Zylinder entzündet, dess Kolben mittels Zahntriebes und Klauenkupplung die Moto welle antreibt. Mit Hilfe einer Pumpe wird das Gemis über dem Kolben des Anlaßzylinders verdichtet. Sein Kolb bewegt sich abwärts und nimmt die Kurbelwelle mit, b die Verdichtung im Motor den Druck im Anlaßzylind ausgleicht. Der Handmagnet entzündet dann das Gemis über dem Anlaßkolben und gleich darauf das über de entsprechenden Motorkolben. Bei amtlichen Prüfung gelangen mit diesem Anlasser 90 vH Ingangsetzungen bei ersten Versuch. Er wiegt 12 kg, kann verhältnismäß leicht am Motor angebracht und vom Führer allein b dient werden.

Gemischanlasser mit Motorantrieb

Die Druckerzeugung mittels Handpumpe wird b mehrmaligen vergeblichen Anlaßversuchen lästig. Da kommt, daß oft zwei aufeinander folgende Zündung nicht ausreichen, also besser noch mehr Zylinder fo laufend mit Gemisch geladen werden. Beim Bristo Anlasser, Abb. 13, treibt ein Einzylinder-Zweitaktmot mit Luftkühlung einen Einzylinderkompressor, der bren bares Gemisch aus dem Vergaser des Zweitaktmoto ansaugt und es über einen Verteiler im Hauptmotor alle Zylinder drückt, sowohl während des Arbeitshub als auch während eines Teils des Verdichtungshub Um Druckverluste durch die Einlaßventile während d Saughubes zu vermeiden, hält man zunächst die entspr chende Verteilerbohrung mittels eines kleinen Keg ventils geschlossen. Erst wenn der Motor unter de Einfluß des steigenden Druckes in dem auf Arbeitsh stehenden Zylinder zu laufen anfängt, wird das Gemis auch während des Saughubes in die Zylinder gedrüc Rückschlagventile in jedem Zylinder verhindern die G mischzufuhr, sobald der Motor anspringt.

Abb. 14
Schwungradanlasser für Handbetrieb und Sternmotoren bis zu 500 PS. Schwungrad-Drehzahl 18 000 Uml./min, erreicht in etwa 25 s.

Abb. 15
Schwungradanlasser mit elektrischem Antrieb, also auch für Mehrmotoren-Flugzeuge mit Fernbetätigung. Batterie für 12 V.

Nachdem man den Zweitaktmotor angedreht hat, dreht sich der Flugmotor langsam, und nach einer vollen Umdrehung sind alle Zylinder und alle Ansaugrohre mit brennbarem Gemisch gefüllt. Jetzt läßt man mittels eines Kontaktes den Zünder des Anlaßmotors über einen Magnetverteiler des Flugmotors wirken, worauf dieser anspringt.

Die Einrichtung wirkt zuverlässig, wenn alle Zylinder gutes Gemisch haben. Man kann in dem Kompressor sehr reiches Gemisch herstellen, wenn die Leitungen zum Flugmotor lang sind, und dadurch einer Entmischung begegnen. Die Anlaßvorrichtung wiegt 22 kg und ist für Motoren bis zu 1000 PS brauchbar[1]). Für Flugzeuge mit mehreren Motoren genügt ein solcher Anlasser. Der Zweitaktmotor kann dauernd mit Vollgas laufen und auch einen Funkstromerzeuger treiben. Immerhin ist der Raumbedarf beträchtlich, schon weil man Platz braucht, um den Zweitaktmotor mit der Kurbel oder dem Fußhebel anzuwerfen. Dazu kommt eine gewisse Brandgefahr infolge des Auspuffs des Zweitaktmotors, der in der Nähe des Führers im Rumpf aufgestellt werden muß, wenn er nicht im Flughafen bleibt.

Schwungradanlasser

Einen neuen, aussichtsreichen, weil einfachen Weg bieten Schwungradanlasser: Ein kleines Schwungrad wird mit der Handkurbel in 15 bis 20 s auf rd. 16 000 Uml./min gebracht, wobei es ziemlich viel Energie aufspeichert, die man durch Kuppeln des Schwungrades mit dem anzulassenden Motor ausnutzt. Wegen der hohen Anfangsgeschwindigkeit der Kurbelwelle sind die Bedingungen für das Anspringen günstig. Eine einstellbare Rutschkupplung zwischen Schwungrad und Motor schützt den Anlasser gegen Rückschläge. Sobald der Motor anspringt, kommt der Anlasser von selbst außer Eingriff.

Der in Abb. 14 dargestellte Anlasser der Eclipse Machine Co. ist besonders für Sternmotoren entworfen und soll die Kurbelwelle unmittelbar treiben. Die Handkurbel greift seitlich an und muß aus dem Rumpf herausgeführt werden. Das Kuppeln mit dem Motor kann mittels des oben sichtbaren Hebels von beliebiger Stelle aus erfolgen. Da das Schwungrad seine Energie ziemlich lange behält, so hat der Führer Zeit, in den Sitz zu klettern, nachdem er selbst das Schwungrad beschleunigt hat. Die Vorrichtung kann aber auch mit einem Elektromotor versehen werden, Abb. 15, der das Schwungrad in etwa 3 s auf die erforderliche Drehzahl bringt. Hierfür genügt bei Motoren bis zu 500 PS eine Batterie von 12 V.

[1]) Beim Rennen der Seeflugzeuge in Venedig 1927, Z. Bd. 71 (1927) S. 1733, wurden die starken Motoren der Engländer mit diesem Gerät mühelos zum Anlaufen gebracht. Die Anlasser waren hier auf einem von zwei Mann tragbaren Gestell aufgebaut.

Anforderungen an Flugmotorenanlasser

Neben Leichtigkeit, vergl. Zahlentafel 1, geringem Verschleiß und Einfachheit sind zu fordern:

1. Ungefährlichkeit (nicht erfüllt beim Anwerfen, besser beim Durchdrehen)[2]).
2. Beliebig häufige Bedienbarkeit (nicht erfüllt bei Druckluft- und elektrischen Anlassern).
3. Ausreichende Anzahl von Zündungen (nicht erfüllt bei Patronenanlassern und Gemischanlassern mit Handbetrieb).
4. Unabhängigkeit von Hilfsmannschaften (nicht erfüllt beim Anwerfen oder Durchdrehen).
5. Unabhängigkeit von Bodenorganisation (nicht erfüllt beim Druckluftverfahren).
6. Mühelose Bedienung (erfüllt bei elektrischen und Druckluftanlassern).
7. Wirksamkeit auch im Fluge (erfüllt beim Maybach-Verfahren, bei Druckluft- und elektrischen Anlassern).
8. Sofortige Betriebsbereitschaft (nicht erfüllt bei Gemisch- und Schwungradanlassern).
9. Wirkung auch bei kaltem Wetter (hierin machen alle Verfahren Schwierigkeiten).
10. Verwendbarkeit bei mehreren Motoren (nicht erfüllt von Schwungradanlassern mit Handbetrieb).

Zahlentafel 1
Gewicht der Anlasser

	kg
Druckluftanlasser mit zwei gefüllten Flaschen, ausreichend für 20maliges Anlassen	31,65
Bristol-Gasanlasser mit Brennstoffbehälter, ohne Brennstoff	25,50
BMW-Handdrehvorrichtung	
mit Anlaßmagnet und Handkurbel	9,30
ohne Anlaßmagnet mit Handkurbel	6,70
Elektrische Andrehvorrichtung	
Bauart Farman, mit Batterie und Dynamo	38,50
Bauart Eclipse, ohne Batterie und ohne Dynamo	17,55
Batterie dazu	19,50
Schwungradanlasser	
Bauart Aeromarine, mit Handantrieb	18,30
„ Eclipse, mit Handbetrieb	11,75
„ Eclipse, mit Hand- und elektrischem Antrieb ohne Batterie	15,50
Batterie dazu	16,00

Kein heute bekannter Anlasser erfüllt alle Anforderungen gleichzeitig. Während das Ingangsetzen der Kraftwagenmotoren seit der Einführung des elektrischen Anlassers kein Problem mehr ist, muß der allgemein befriedigende Anlasser für den Flugmotor erst noch geschaffen werden. [B 784]

[2]) In den Klammern sind nur Beispiele angegeben.

Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV
in Gerthe bei Bochum

Von Dipl.-Ing. Paul Dettenborn, Gerthe i. W.

(Schluß mit Bildblatt 3 von S. 102)

Abb. 22
Längsschnitt der AEG-Turbine (10 000 kW).

4. Dampfturbinen

Eine MAN-Zweidruckturbine älterer Bauart dient dazu, den Abdampf der Zeche und der Kokereien zu verwerten. Sie treibt einen Stromerzeuger, der unabhängig von den übrigen Stromerzeugern das Kesselhaus und die Grube mit Strom versorgt. Neu aufgestellt wurden zwei Turbinen von je 10 000 kW Leistung, bei $\cos \varphi = 0{,}7$ und 3000 Uml./min für 25 at Dampfdruck und 375 ° Dampftemperatur vor dem Absperrventil, 10 at Anzapfdruck, rd. 275 ° Temperatur des Anzapfdampfes und rd. 20 t/h Entnahmedampfmenge.

Die AEG-Turbine, Abb. 22 und 23 (Bildblatt 3), i zweigehäusig und im Hochdruckteil als Scheibenturbin im Niederdruckteil als Überdrucktrommel ausgeführt. I Hochdruckteil ist ein Curtisrad mit zwei Geschwindi keitstufen und regelbarer Beaufschlagung vorgeschalt Daran schließen sich mehrere einkränzige Räder, d durch Leitschaufeln auf dem ganzen Umfang beaufschla sind. Die Entnahmestelle liegt innerhalb des Hochdruc teils. Es folgt dann wieder ein Curtisrad mit zwei G schwindigkeitstufen und regelbarer Beaufschlagung u eine weitere Anzahl einkränziger voll beaufschlagter Räd

Abb. 25
Längsschnitt durch die MAN-Dampfturbine, 14 600 PS bei 3000 Uml./m

Abb. 24
Kondensation der AEG-Turbine.

Der Achsdruck wird durch ein Blocklager aufgenommen, das zwischen Hoch- und Niederdruckteil angeordnet ist. Die Wellen sind miteinander starr gekuppelt. Die Turbinengehäuse können sich unter Wahrung ihrer konzentrischen Lage zu den Läufern frei ausdehnen. Die Dampfleitung zwischen Hoch- und Niederdruckturbine ist über Flur angeordnet, damit jede Ansammlung von Kondensat vermieden wird. Das Hochdruckgehäuse besteht aus drei Teilen: Vorder- und Mittelteil bestehen aus Stahlguß, der Abdampfteil aus Sondergußeisen. Das Niederdruckgehäuse besteht durchweg aus Gußeisen. Die Betriebdrehzahl liegt genügend weit unter der kritischen Drehzahl.

Die Düsenventile werden durch Nockenwellen gesteuert, die unter Einschaltung von Drucköl-Servomotoren genau den Bewegungen eines Geschwindigkeitsreglers und eines Druckreglers folgen. Beide Regler sind durch Hebel derart verbunden, daß bei einer Änderung der Belastung der Turbine die Ventile der Frischdampf- und Anzapfsteuerung gleichzeitig im gleichen Sinne verstellt werden; jeder Änderung der Frischdampfmenge folgt also eine entsprechende Änderung der in den Mitteldruckteil überströmenden Dampfmenge unmittelbar. Eine Veränderung der Entnahme-Dampfmenge hat dagegen eine Verstellung der beiden Steuerungen im entgegengesetzten Sinne zur Folge, so daß sich trotz veränderter Lastverteilung auf Hoch- und Niederdruckteil die Drehzahl nicht ändert. Beide Regelarten können gleichzeitig erfolgen.

Der Pumpensatz der Kondensation, Abb. 24, wird im regelmäßigen Betriebe durch einen Elektromotor mit 750 Uml./min angetrieben, und zwar die Kühlwasser-Schleuderpumpe unmittelbar und die Pumpe für das Aufschlagwasser des Wasserstrahl-Luftsaugers sowie die Kondensatpumpe über ein Vorgelege mit 1400 Uml./min. Bei Versagen des elektrischen Antriebes übernimmt selbsttätig eine Hilfsdampfturbine von 5000 Uml./min, die ständig unter Luftleere mitläuft, über ein Vorgelege den Antrieb.

Für den Dampfverbrauch bei 27° Kühlwassertemperatur waren folgende Zahlen zugesichert: Bei Vollast 4,9, bei ¾ Last 4,8, bei ½ Last 5,2 kg/kWh. Bei Entnahme von 17 t/h Dampf soll bei ¾ Last der Dampfverbrauch 49,6 t/h betragen.

Der Abnahmeversuch, der durch den Dampfkessel-Überwachungsverein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen vorgenommen wurde, und der sich nur auf Betrieb mit Kondensation erstreckte, ergab, daß bei Berücksichtigung der um rd. 7° zu hohen Kühlwassertemperatur die Garantie praktisch erreicht worden ist. Bis zum Versuchstage hatte die Maschine rd. 15 100 000 kWh erzeugt.

Die MAN-Turbine (Bauart Brünn), mit einem SSW-Stromerzeuger gekuppelt, Abb. 25 und 26 (Bildblatt 3), ist dreigehäusig ausgeführt. Die beiden Einlaßventile liegen auf beiden Seiten des Hochdruckzylinders. Über die Frischdampfventile tritt der Dampf in die Regel- und in die selbsttätigen Düsenventile, Abb. 27, die je nach der Belastung der Turbine und der Entnahmemenge durch einen Fliehkraftregler geöffnet und geschlossen werden. Durch Stahlrohre strömt der Dampf von den Düsenventilen in die einzelnen Düsenkammern des Hochdruckteils.

Das Hochdruckgehäuse besteht aus Stahlguß. In ihm dehnt sich der Dampf in 12 Stufen von 25 at auf den Entnahmedruck von 10 at. In dem gußeisernen Mitteldruckgehäuse expandiert der Dampf in 10 Stufen, das Niederdruckgehäuse enthält 12 Stufen. Die Leiträder im Hoch- und Mitteldruckteil sind in besonderen Stahlguß-Tragringen gelagert, die allseitig vom Dampf umspült werden und sich daher frei ausdehnen können. Zur Verbindung der Hoch- und Mitteldruckwelle dienen nachgiebige Klauenkupplungen. Im vorderen Lagerbock sowie zwischen den drei Gehäusen sind Blocklager zur Aufnahme des Achsschubes eingebaut.

Die Druckregelung des Entnahmedampfes erfolgt durch zwei Überströmventile auf beiden Seiten der Turbine, Abb. 28, die in der Rohrverbindung zwischen dem ersten und zweiten Gehäuse angeordnet sind und den Durchfluß in Abhängigkeit vom Druck des Entnahmedampfes regeln. Damit auch bei Teillast der Dampfverbrauch möglichst gering bleibt, ist auch der Mitteldruckteil mit drei Düsenventilen ausgerüstet, die die Beaufschlagung der folgenden Stufen der jeweiligen Dampfmenge entsprechend steuern. Die Betriebdrehzahl liegt unter der kritischen.

Abb. 27
Frischdampfsteuerung der MAN-Turbine.

Abb. 28
Entnahme-Dampfsteuerun der MAN-Turbi

Die Kühlwasser-Schleuderpumpe der Kondensation wird im normalen Betriebe durch einen Elektromotor von 1450 Uml./min, oder bei dessen Versagen über ein Vorgelege durch eine Hilfsturbine von 6000 Uml./min angetrieben. Die Wasserstrahl-Luftpumpe erhält das Strahlwasser von der Kühlwasser-Schleuderpumpe. Die Kondensat-Schleuderpumpe wird von einem besonderen Elektromotor angetrieben.

Der Abnahmeversuch durch den Dampfkessel-Überwachungsverein hatte folgendes Ergebnis:

		½ Last	¾ Last	Vollast
Garantiert	kg/kWh	5,3	4,8	4,7
Gemessen	„	5,2	4,77	4,61

Die Einzelwerte sind aus Abb. 29 ersichtlich. Insgesamt hatte die Maschine bis zum Versuchstage rd. 4 300 000 kWh erzeugt.

Stromerzeuger und elektrische Einrichtung

Die beiden Stromerzeuger (Bauart AEG und SSW) von je 10 000 kW bei $\cos \varphi = 0,7$ liefern Drehstrom von 6300 V. Schnellregler sorgen für die Erhaltung einer gleichmäßigen Spannung. Die Stromerzeuger sind mit Schutzvorrichtungen gegen Windungsschluß, Erdschluß, Überspannung und Überstrom versehen. Frischluft- und Abluftklappen werden vom Maschinenhausflur aus betätigt. Die örtlichen Verhältnisse bedingten eine vollkommene Trennung der Schaltanlage vom Maschinenhaus. Die Maschinen werden vom Befehlsraum in der Schaltanlage aus gesteuert. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Bedienung allen störenden Einflüssen entzog ist, die sich etwa in der Maschinenhalle geltend mache und hat sich bisher sehr gut bewährt.

Abb. 29
Abnahmeversuch der MAN-Turbine.

Zur Nachrichtenübermittlung zwischen Befehlsrau und Maschinenhalle dienen akustisch-optische Signa tafeln. Ferner steht für die gegenseitige Verständigu eine vom selbsttätigen Werktelephon unabhängige Fer sprechanlage zur Verfügung. Zur Stromverteilung dien drei Gruppen von Doppelsammelschienen für 25 k 6 kV und 2 kV. Die Ölschalter sind versenkt angeordn damit bei etwa eintretenden Explosionen der Schad möglichst begrenzt bleibt. Für die Betätigung der (schalter und die Überwachung der Trennschalter mitt Schauzeichen und Signallampen steht Gleichstrom a einer Akkumulatorenbatterie zur Verfügung.

Die Zahl der Motoren mit 2 kV Spannung (frühe Klemmenspannung der alten Anlage) ist nach Möglichk eingeschränkt. Alle Motoren über 150 kW haben ei Spannung von 6 kV, alle übrigen 380 V. Nur die Gru und einige kleinere alte Betriebe haben die Spannung v 2 kV beibehalten. Sämtliche Motoren des Kesselhaus und der Mahlanlage werden von einer Unterverteil stelle aus, die im Kesselhaus untergebracht ist, dur Schützensteuerung betrieben.

Meßwesen des Dampfbetriebes

An jedem einzelnen Kessel ist eine Meßtafel ang bracht, an der abgelesen werden: Rauchgastemperat am Kesselende, Überhitzungstemperatur des Dampf Kohlensäuregehalt der Rauchgase am Kesselende, Zu unterschied, Dampfleistung (insgesamt und auf 1 Heizfläche) und Dampfdruck. Alle für die Betriebsüb wachung notwendigen Anzeigegeräte und Zähler si in einem besonderen Raum in unmittelbarer Nähe d Heizerstandbühne im Kesselhaus, der Meßwarte, zusa mengefaßt, Abb. 30. Hier kann man jederzeit den Sta der Dampferzeugung, des Feuerbetriebes und der Dam verteilung übersehen. Sechs Tisch-Schreibgeräte zeig Kohlensäuregehalt und Endtemperatur der Rauchgase d Kessel an.

Auf einer Marmortafel, Abb. 31, sind alle Geräte f die Anzeige der Dampfmengen, Dampfdrücke, Kondens mengen und Temperaturen zusammengefaßt und üb sichtlich in den Verlauf der Dampf- und Kondensatleit gen eingegliedert. Die Rohrleitungen sind dabei dur Messingschienen angedeutet, die sich durch Farben: Ho

druckdampf dunkelrot, Mitteldruckdampf hellrot, Abdampf braun, Kondensat grün, unterscheiden. Die Anzeigegeräte sind in den Verlauf dort eingefügt, wo sie tatsächlich eingebaut sind. Anzeiger für Dampf- und Kondensatmengen sind rund, Druckanzeiger rechteckig geformt.

Alle Temperaturen werden an einem Gerät abgelesen, das durch seine Farbe besonders hervorgehoben ist. Ein Druckknopfschalter gestattet, die Temperaturen an verschiedenen Stellen des Leitungsnetzes abzulesen, die im Plan durch Zahlen und Farben bezeichnet sind. In einem Mehrfarben-Tischgerät werden die Temperaturen in den gleichen Farben fortlaufend aufgeschrieben.

Die Dampfleitung zur Hauptkokerei enthält an einer Stelle eine Abzweigung. In beide Leitungen ist hier je ein Venturirohr eingebaut. Rückschlagklappen lassen den Dampf nur in einer Richtung durchtreten, so daß Hin- und Rückstrom gemessen werden können. Da der Dampfverbrauch des Kompressors wegen der unvermeidlichen Dampfstöße allein nicht genau gemessen werden kann, wird sein Dampfverbrauch gemeinsam mit dem der Zweidruckturbine, der Dampfverbrauch der Turbine gesondert gemessen. Die Abdampfaufnahme der Turbine wird als Unterschied zwischen Kondensat- und Frischdampfmenge ermittelt. Der Dampfverbrauch der Fördermaschine, der sich auch nicht unmittelbar messen läßt, wird unter Berücksichtigung der Leitungsverluste als Restglied bestimmt. Rote Signallampen zeigen durch Aufleuchten das Arbeiten des Überströmventils, des Regelventils für die Speicheranlage, das Laden und Entladen des Speichers an. Ebenso läßt das Aufleuchten einer Signallampe erkennen, daß die Fördermaschine in Betrieb ist.

Allen Mengenmessern sind Zähler zugeordnet, die auf einer besonderen Tafel angebracht sind. Außer für die einzelnen Verbraucher sind Zähler für das Speisewasser der einzelnen Kessel und das gesamte Speisewasser sowie Zähler für die Gesamt-Dampferzeugung und die Dampferzeugung der einzelnen Kessel vorhanden. Augenblickwerte und Zählerablesungen werden zweistündlich aufgeschrieben. In der Anordnung der Aufschreibungen ist zwecks Überwachung der Meßgeräte großer Wert auf Gegenüberstellung der einzelnen Ablesungen gelegt, so daß sich Meßfehler sofort bemerkbar machen und beseitigt werden können.

Ein Kondensatorprüfstand (Gesellschaft für Meßtechnik, Bochum) läßt für die drei Turbinen und die Verdampferanlage die umgerechnete Luftleere, den Gütegrad (Temperaturunterschied zwischen dem Dampf, der in den Kondensator eintritt, und dem austretenden Kühlwasser) als Maßstab für die Verunreinigung der Kühlflächen und den Gesamt-Salzgehalt als Maßstab für die Undichtheit des Kondensators erkennen.

Abb. 30
Meßwarte für die Dampfkesselanlage.

In einer Betriebstafel der Kesselanlage werden für die einzelnen Kessel täglich aufgetragen: Betriebzeit, Härte des Kesselwassers und mittlere Härte des Kesselwassers, multipliziert mit der Speisewassermenge (täglich graphisch addiert), als Maßstab für die Kesselsteinbildung. In einem Nebenraum der Meßwarte werden Kondensat, Destillat, Speisewasser und Kesselwasser mehrmals täglich untersucht. Die Meßwarte gibt dem Betriebsführer eine klare Übersicht über das weitverzweigte Dampfnetz, was insbesondre bei Störungen von größtem Wert ist, und gestattet dem Kesselmeister, aus der gegenwärtigen Betriebslage seine Schlüsse zu ziehen, so daß er schon im voraus die Feuerführung der verlangten Leistung anpassen kann. Zu den Obliegenheiten der Bedienung gehört es auch, Meldungen des Befehlsraumes im Schalthaus und der Dampfverbraucher an das Kesselhaus zu übermitteln.

Verlauf der Bauarbeiten.

Mit dem Bau der Anlage wurde 1925 begonnen. Monatelange Streike und Aussperrungen unterbrachen den planmäßigen Verlauf der Arbeiten. Erschwerend wirkte auch, daß das alte Kesselhaus innerhalb des neuen bis zu dessen Inbetriebsetzung nicht stillgelegt werden konnte, Abb. 32 und 33 (Bildblatt 3). Am 1. April 1926

a Hochdruckkesselanlage
b Druckminderventile
c Hochdruckteile der Anzapfturbinen
d Niederdruckteile der Anzapfturbinen
e Kondensatoren
f Regelventil der Ruthsspeicheranlage
g Überströmventil
h Kompressor
i Zweidruckturbine
k Abdampfspeicher
l Dampfverbraucher der Hauptkokerei
m Dampfkessel der Kokskühlung
n Verdampferanlage
o Fördermaschine

Druckanzeiger
p_1, p_2, p_3 für Frischdampf von 28 at
p_4 für Anzapfdampf
p_5 „ Dampf am Ruthsspeicher
p_6 „ Kessel der Kokskühlung

Dampfmengenanzeiger
q_1, q_2, q_3 für Erzeugung der Hochdruck-Kesselanlage
q_4, q_5 „ Druckminderventile
q_6, q_7, q_8 „ Frischdampf vor den Anzapfturbinen
q_9 für Anzapfung
q_{10} „ Abgabe an alte Kokerei
q_{11} „ Abgabe an Hauptkokerei
q_{12} „ Lieferung der Hauptkokerei
q_{13} „ Kompressor der Zweidruckturbine
q_{14} „ Frischdampf der Zweidruckturbine

Wassermengenanzeiger
r_1 für Speisewasser der Hochdruckkessel
r_2 „ Kondensat der Anzapfturbinen
r_3 „ Kondensat der Zweidruckturbine
Signallampen
Temperaturanzeiger mit Druckknopfbetätigung für die mit Zahlen bezeichneten Meßstellen

Abb. 31. Meßtafel der Dampfanlage.

waren drei Kessel betriebsbereit. Am 15. August wurde mit der Inbetriebsetzung der Maschinenanlage begonnen und die Dampferzeugung auf die neue Kesselanlage übernommen. Die Stromerzeugung der Neuanlage begann dann Anfang Oktober. Die Übernahme der Dampf- und Stromerzeugung durch die Neuanlage erfolgte ohne jede Störung.

Es hat sich bisher gezeigt, daß auch sehr starke plötzliche Änderungen in der Stromerzeugung keine erheblichen Schwankungen im Dampfdruck zur Folge haben, da kurzzeitige Lastspitzen vom Ruthsspeicher aufgenommen werden und darüber hinaus die Kohlenstaubfeuerung sich schnell genug allen Schwankungen anpaßt. [B 786]

Die amerikanischen Tagungen für Sicherheit im Verkehr

Der amerikanische Handelssekretär Hoover hat sich besonders einen Namen durch seine planmäßige Bekämpfung der Verlustquellen gemacht. Seiner Tatkraft ist es auch zu verdanken, daß er zwei Tagungen zur Verminderung der Verkehrsunfälle oder, wie die amerikanische Presse es auch nannte, „Leben-und-Tod"-Konferenzen zu Stande gebracht hat.

Die erste fand vom 15. bis 16. Dezember 1924, die zweite vom 23. bis 25. März 1926 in Washington statt. Die umfangreichen Berichte über beide Tagungen liegen jetzt vor. Schon in der Eröffnungsrede bei der ersten Konferenz wies Hoover auf die außerordentlichen Verluste hin, die im Jahre 1923 durch den Verkehr verursacht wurden. Sie betrugen unter den Fußgängern 22 600 Tote und 678 000 Schwerverletzte. 85 vH dieser Unfälle sind durch Kraftfahrzeuge verursacht worden.

Hoover stellte fest, daß während der vergangenen zehn Jahre sich die Zahl der durch Kraftwagen verursachten Unfälle verdoppelt hätte. Dieser Satz wurde 1923 sogar noch um 14 vH überschritten. Der dadurch angerichtete Schaden belief sich auf 6 Mill. $. Maßnahmen dagegen waren dringend nötig, zumal das Kraftfahrzeug ein wirtschaftlich notwendiges Verkehrsmittel geworden war, das man in seiner Verwendbarkeit nicht beschränken durfte. 75 vH der gesamten Bevölkerung sind in irgendeiner Form Nutznießer des Kraftwagens.

Um die wirksame Bekämpfung der Verluste einzuleiten, wurden ein halbes Jahr vor der ersten Tagung acht Unterausschüsse ernannt, die sich aus allen am Verkehr beteiligten Kreisen zusammensetzten.

Diese Unterausschüsse hatten folgende Arbeitsgebiete:

Statistik, Verkehrsregelung, technische Fragen, Städteentwurf und Gebietsabgrenzung, Versicherung, Erziehung, Kraftfahrzeuge, öffentliche Fragen.

Ihre Aufgaben waren einmal, Maßregeln zu ergreifen, die einen freien und gleichmäßigen Verkehr sichern und Unfälle auf ein Mindestmaß beschränken, zum andern, ein sicheres Verfahren der Verkehrsregelung auszubauen.

Schon die ersten Untersuchungen der Verkehrsunfälle ergaben, daß nicht eine besondere Verkehrsgruppe oder bestimmte Einzelpersonen die Schuld an den Unglückfällen tragen, sondern, daß Unfähigkeit, Rücksichtslosigkeit oder mangelnde Sorgfalt die Hauptursachen waren. Schon aus dieser Erkenntnis sah man die Mittel zur Abhilfe in folgenden drei Wegen:

Vorsichtsmaßregeln und Schutzvorrichtungen, stärkere Bestrafung und allgemeine Erziehung zur Verantwortlichkeit.

So war die Sachlage, als die erste Konferenz zusammentrat. Der ganze Beratungsstoff war dabei in vier Hauptgruppen geteilt. In der ersten Gruppe wurden gesetzliche Maßnahmen erörtert. Dabei wurde beschlossen, die Grenzen für die Wirksamkeit des Gesetzes nicht so eng zu ziehen, daß die freie wirtschaftliche Entwicklung gehindert wird. Vor allem waren die Befugnisse zwischen Bundesregierung, Staatsregierung und Stadtverwaltungen gegeneinander abzugrenzen. Staat und Stadt sollten einheitliche Verkehrserleichterungen und -regelungen treffen und einen zwischenstaatlichen Ausgleich anstreben. Städte mit starkem Verkehr sollten besondere Verkehrsdeputationen zur Untersuchung der örtlichen Verkehrsverhältnisse ernennen. Als wichtig wurden besondere Verkehrsgerichtshöfe zur Ahndung von Vergehen angesehen. Jeder Unfall muß in einem Unfallbericht festgehalten werden. In den Schulen ist Sicherheitsunterricht als Pflichtfach einzuführen.

In einer zweiten Gruppe wurden die Grundsätze der Verwaltungstechnik für Verkehrsregelung besprochen. Hier wurde eine Einheitlichkeit der Verkehrsregelung und die Bedeutung der Statistik anerkannt. Vor allem komme es darauf an, aus einem Unfall ein klares Bild über das Entstehen zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wird ein Schema entwickelt, wonach ein Unfallbericht aufzustellen ist. Die Unfallstellen sind möglichst in Karten einzutragen, damit man ein zuverlässiges Bild über gefährdete Punkte erhält. Diese müßten dann durch Warnungszeichen gekennzeichnet werden. Die Schaffung von Straßen für besonderen Verkehr sei ins Auge zu fassen, um die vorhandenen Straßen auf ihre Verkehrseignung zu prüfen. Straßen- und Brückenbreiten seien so zu bemessen, daß wenigstens zwei Verkehrsströme einander begegnen können. Aufstellplätze für Wagen (Parks), Steigungen, Kurven und Straßenquerschnitte seien festzulegen. An das Kraftfahrzeug seien besondere Forderungen zu stellen, vor allem was die Bremsung, Lenkung und die Warnungssignale anbelangt. Eine weitere Gefahrquelle wird in schlechten Vorderreifen gesehen.

Die dritte Gruppe befaßte sich mit Vorschlägen für Gemeinschaftsarbeit. Vor allem sei der Automobilbauer darauf hinzuweisen, den Fußbeschleunigerhebel und Fußbremshebel soweit auseinander zu legen, daß im Augenblick einer plötzlich auftretenden Gefahr keine Verwechslung entsteht und der Wagen anstatt gebremst, beschleunigt wird. Die Abfassung eines Handbuches für Kraftfahrer zur Verminderung von Unfällen wurde für notwendig erachtet, ebenso wie Wiederholungskurse für Kraftfahrer. Die Versicherungsgesellschaften sollten angehalten werden, ihre Erfahrungen über Verkehrsunfälle niederzulegen.

Einen breiten Raum in den Besprechungen nimmt die Frage der Erziehung der Allgemeinheit zur Verkehrssicherheit ein. Hierzu müssen dienen: Zeitungen, Tafeln an öffentlichen Plätzen, Film und Lichtbild, Rundfunk, Kirchen und Versammlungen, Werbefeldzüge usw.

Eine vierte Gruppe endlich sollte einen Plan für die weitere Tätigkeit ausarbeiten. Diese Arbeit wurde einem besonderen Ausschuß anvertraut, der die Geschäfte weiterführt und die nächste Tagung vorbereitet.

Bemerkenswert ist, wie die Beschlüsse der Tagung dem Lande bekanntgegeben werden sollen. Demnach sollen den Gemeinden mit weniger als 5000 Einwohnern nur die Beschlüsse bekanntgegeben und die Annahme empfohlen werden, soweit die örtlichen Verhältnisse es erfordern. Gemeinden von 5000 bis 25 000 Einwohnern sollen einen vollständigen Satz der Sitzungsberichte erhalten. Gemeinden von 25 000 bis 100 000 Einwohnern werden aufgefordert, freiwillige Sicherheitsorganisationen zu schaffen, wenn noch keine solchen Organe vorhanden sind. Gemeinden über 100 000 Einwohner sollen, wenn noch keine Sicherheitsorgane vorhanden sind, Dauerorganisationen dieser Art schaffen, die mit den Behörden zusammenzuarbeiten haben.

Der zweiten Tagung lagen die Berichte von sechs Unterausschüssen vor über:

Vereinheitlichung der Gesetze und Verkehrsregelungen. Arbeiten des Vollzugsausschusses, Unfallursachen, Verkehrserleichterungen, Statistik, öffentliche Fragen.

Vertreten waren 43 Staaten mit rd. 1000 Teilnehmern.

Auch diese Tagung leitete Hoover ein; er stellte fest, daß die Berichte der ersten Tagung ihren Einfluß bei den Behörden der Vereinigten Staaten gezeigt hätten. Die Arbeiten des Ausschusses für öffentliche Fragen waren wesentlich erweitert worden. Von den acht Ausschüssen der ersten Tagung hatten sechs ihre Arbeiten beendet.

Der Ausschuß für Statistik wird praktisch seine Arbeit nie beendigen können.

Einem besonderen Verlangen der Konferenz entsprechend, wurde ein Vollzugsausschuß ernannt, der die Durchführung der Gesetze erörtern soll. Ferner wurden gebildet ein Ausschuß für Unfallursachen und ein Ausschuß für Verkehrserleichterungen.

Es wurde die wichtige Feststellung gemacht, daß, wenn die Unfälle in den Jahren 1924 und 1925 in demselben Verhältnis gestiegen wären wie zwischen 1919 und 1923, zum Zeitpunkt der zweiten Sicherheitstagung etwa 6000 Menschen weniger leben würden. So ist allein im Staate New York zu beobachten, daß im Jahre nach dem Inkrafttreten des neuen Gesetzes für Kraftwagenverkehr die Zahl der Unfälle um 10 vH zurückgegangen ist, obwohl die Bevölkerung in demselben Zeitraum zugenommen hat.

Schon dieser Umstand läßt die Wichtigkeit des Vollzugsausschusses erkennen, der auch entsprechende Vorschläge für seinen weiteren Ausbau vorlegte. Es wird anerkannt, daß die Feststellung der Unfallursachen noch große Schwierigkeiten bereitet, da es sehr schwer ist, bei Unglücksfällen die menschlichen und die mechanischen Einflüsse, die den Unfall bedingten, auseinander zu halten. Ohne genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge wird die Frage der Unfallverhütung schwer zu lösen sein. [N 1047]

Krs.

Dettenborn: Kraftwerk der Bergbau-A.-G. Lothringen auf Schacht IV in Gerthe bei Bochum

Abb. 26 Dreigehäusige MAN-Turbine (Brünner Bauart) mit SSW-Stromerzeuger für 10 000 kW.

Abb. 23 Zweigehäusige AEG-Turbine mit AEG-Stromerzeuger für 10 000 kW.

Abb. 33 Kesselhaus im Bau. Das alte, im Betrieb befindliche Kesselhaus ist vom neuen überbaut.

Abb. 32 Kesselhaus im Bau. Gewicht eines Binders 43 000 kg, Höhe 23 m.

Die Ausstellung von Nutzkraftwagen in London

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin

(Schluß von S. 108)

Abb. 23 bis 25
Dreiachsiges Omnibus-Fahrgestell von Karrier Motors.

Hinterachsantrieb

Im Gegensatz zu den Wechselgetrieben verdienen die Hinterachsantriebe, die auf der Ausstellung zu sehen waren, unsere volle Beachtung. Einmal ist bemerkenswert, daß fast alle englischen Lastkraftwagen mit Schneckengetriebe versehen werden, während man bei uns fast nur Kegelrädergetriebe begegnet, und dann hat die bauliche Entwicklung der Hinterachsantriebe infolge der großen Verbreitung der Dreiachswagen mit durchgehendem Rahmen Fortschritte gemacht, die auch für uns lehrreich sein können.

Diese Fortschritte im Bau von Dreiachswagen sind zum Teil auf den Einfluß der englischen Heeresverwaltung zurückzuführen, nach deren Versuchen[1]) sich kurz gebaute Schlepper mit zwei angetriebenen Hinterachsen für Fahrten im Gelände ohne feste Straßen als besonders geeignet erwiesen haben. Die Heeresverwaltung hat auf Grund ihrer Versuche sogar eine Bauart des Achsantriebes als Vorbild für solche Fahrzeuge angegeben.

Die große Verbreitung des Schneckenantriebes für schwere Nutzfahrzeuge in England und übrigens auch in den Vereinigten Staaten ist das Verdienst der Firma David Brown & Sons, Huddersfield, die schon seit etwa 15 Jahren gehärtete und geschliffene Schnecken für solche Antriebe herstellt und durch ihr Arbeitsverfahren den Schneckenantrieb für Kraftwagen erst brauchbar gemacht hat. Trotz vieler Versuche haben sich andere Schneckengetriebe im Kraftwagenbau nicht eingeführt[2]).

Das Vorhandensein eines verläßlichen Schneckengetriebes hat die Aufgaben der englischen Konstrukteure beim Entwurf der Hinterachsantriebe insofern erleichtert, als sich der Schneckenantrieb wesentlich bequemer als der Kegelradantrieb den Anforderungen anpassen läßt, die man in bezug auf Übersetzungsverhältnis, Bauhöhe des Hinterachsgehäuses usw. an den Hinterachsantrieb stellt. Als ein neuzeitliches Beispiel der Anwendung von Schneckengetrieben für Dreiachswagen ist in Abb. 23 bis 25 das Fahrgestell der Firma Karrier Motors dargestellt. Die beiden in einem Stück geschmiedeten Hinterachsgehäuse sind an den Enden von je zwei übereinanderliegenden Federn aufgehängt und schwingen in entsprechend großen Ausschnitten der Rahmenträger, die entsprechend hoch bemessen sind. Zum Antrieb der Achsen dienen unter den Schneckenrädern gelagerte Schnecken, die durch eine kurze Gelenkwelle verbunden sind und ihre Bewegung von einer längeren Gelenkwelle erhalten. Bei dieser Anordnung erhält man einen Fahrzeugantrieb, der in gerader Richtung durch die ganze Längsachse des Wagens läuft, also alle Verluste durch Umlenkungen vermeidet.

Die Hinterfedern werden an ihren Mitten durch einen rohrförmigen Querträger des Rahmens festgehalten, an dem auch die Hinterachsgehäuse mittels gelenkiger

[1]) „Engineering" Bd. 123 (1926) S. 330.
[2]) Ein Aufsatz über den heutigen Stand der Schneckengetriebe für Kraftwagen erscheint demnächst in dieser Zeitschrift.

Abb. 24 und 25

Abb. 26
Antrieb der Hinterachsen bei dem Dreiachswagen der Four Wheel Drive Lorry Co.

a Antriebwelle
b, *c* Kettentriebe
d Antrieb-Kegelräder
e Querrohr als Stütze der Hinterachs und festes Auflager für die Hint federn
f Drehmomentstütze

Abb. 28
Achsgehäuse und Schnecke der vorderen Treibachse mit Ausgleichgetriebe (Kirkstall Forge Ltd.).

Stützen geführt sind. Diese übertragen die Rückwirkungen der Drehmomente in den Hinterachsen beim Antrieb oder beim Bremsen auf den Rahmen, ohne daß die Federn dadurch verbogen werden, gestatten aber ohne schädliche Rückwirkungen auf Rahmen oder Federn auch geringe Verdrehungen der Achsen gegeneinander in ihren senkrechten Ebenen, die schon beim Fahren auf der Landstraße unvermeidlich sind, beim Fahren im Gelände aber ziemlich groß werden können.

Das beschriebene Fahrgestell macht, zumal es auch mit Zentralschmierung und Druckluftbremsen ausgestattet ist, einen ziemlich verwickelten Eindruck, so daß man sich fragen muß, ob der Bau von Dreiachsomnibussen einen solchen Aufwand an Konstrukteurarbeit überhaupt lohnt. Diese Frage drängte sich auch ganz allgemein beim Besuch der Ausstellung auf, wo fast jede englische Fabrik mit einem dreiachsigen Omnibus vertreten war; denn man darf bezweifeln, daß der Stadtverkehr, der schnellwendige Fahrzeuge braucht, derartige Omnibusse in größerem Maß einführen wird, während der Überlandverkehr nur ausnahmsweise so dicht ist, daß er die Beschaffung von Wagen mit so großer Sitzzahl rechtfertigt.

Bedenken dürfte bei dem beschriebenen Fahrgestell auch die übergroße Höhe der Rahmenlängsträger erregen, die die Widerstandfähigkeit des Rahmens gegen Verdrehung um die Längsachse vermindert. Diesem Mangel kann durch die gewiß steifen Rohrquerträger nur zu einem Teil abgeholfen werden, da bei Verwindungen des Rahmens das Blech der Seitenträger nachgibt.

Ein grundsätzlicher Mangel der beschriebenen Art des Hinterachsantriebes, der allerdings nur bei starker Verlagerung der beiden Achsen gegeneinander fühlbar werden dürfte, ist die geringe Länge der Gelenkwelle zwischen den beiden Antriebschnecken. Da die Schnecken in ziemlich großem Abstand von der Achsmitte gelagert sind, so kan ihre Verbindungswelle bei Verlagerungen der Achs gegeneinander so starke Winkelausschläge mache daß die Gleichförmigkeit der Drehbewegung b einträchtigt wird, obschon an beiden Enden dies Welle Kardangelenke angeordnet sind. Die Fo Wheel Drive Lorry Co., London, eine der wenig englischen Fabriken, die keinen Schneckenantrieb f schwere Fahrzeuge verwenden, hat daher für den v ihr ausgestellten Schlepper mit drei angetriebenen Achs einen Hinterachsantrieb entworfen, Abb. 26, bei dem d Antriebwelle *a* über den Achsen durchläuft und mitte zweier Kettentriebe *b*, *c*, auf die Antriebkegelräder der Achsen einwirkt. Ein gegen die Rahmenträger a gesteiftes Querrohr *e* bildet die Stütze der Hinterachs und das feste Auflager für die Hinterfedern, während d Drehmomentstützen *f* unmittelbar am Rahmen gelenkig b festigt sind.

Um ferner zu verhindern, daß bei Unterschied in den Adhäsionsverhältnissen der vier Räder ein solchen Antriebes einzelne Teile zu hoch beanspruc werden, hat die Kirkstall Forge Ltd., Leeds, eine d wenigen Fabriken von fertigen Kraftwagenteilen, die a der Ausstellung vertreten waren, einen Antrieb für Dr achswagen ausgeführt, Abb. 27 und 28; bei diesem ist an d Schnecke der vorderen Achse noch ein Ausgleichgetrie

Abb. 27 und 28
Hinterachsantrieb für Dreiachswagen mit Ausgleichgetriebe zwischen den Treibachsen der Firma Kirkstall Forge Ltd.

Abb. 29
Schliffbild des geschmiedeten Getriebegehäuses der Kirkstall Forge Ltd.

Abb. 30
Geschlossenes Kardangelenk der Kirkstall Forge Ltd.

a Ring
b Zapfen
c gehärtete Stahlbüchsen
d Ausdrehung von a
e Deckel
f Düsen

angebaut, das die Drehmomente gleichmäßig auf beide Achsen verteilt. Der gleichen Firma ist ein Fortschritt in der Technik des Schmiedens solcher Achsen zu verdanken. Wie Abb. 29 zeigt, schmiedet sie diese Achsen so, daß die eine Hälfte des Getriebegehäuses bereits mit dem Achskörper zusammenhängt und der fertige Achskörper nur noch eine einzige gegen Ölaustritt abzudichtende Deckelfuge erhält.

Erwähnt sei noch das vollkommen geschlossene Kardangelenk dieser Firma, Abb. 30. Der Ring *a*, der die Zapfen *b* des Gelenkes in gehärteten Stahlbüchsen *c* aufnimmt, ist mit einer Ausdrehung *d* versehen, die in Verbindung mit einem Deckel *e* als Ölbehälter dient und nach Abschrauben eines Verschlußpfropfens gefüllt werden kann. Aus diesem Behälter wird das Öl unter dem Einfluß des durch die Fliehkraft erzeugten Druckes durch Düsen *f* auf die Laufflächen der Gelenkzapfen getrieben.

Von dem allgemein Üblichen weicht auch der Hinterachsantrieb der Dreiachsschlepper von Scammel Lorries Ltd., London, ab, s. Abb. 31. Die feste Stütze der beiden Hinterachsen im Rahmen bildet hier ein entsprechend stark bemessenes Getriebegehäuse *a*, das Schneckenantrieb und Ausgleichgetriebe aufnimmt. Jede Seitenwelle *b* dieses Getriebes treibt mittels der Stirnrädergruppen *c*, *d*, *e* die beiden Hinterräder der betreffenden Wagenseite an, die auf kurzen Zapfen *f* befestigt sind. Diese Zapfen sind mit dem ganzen Räderantrieb in Gehäuse *g* eingebaut, die beim Fahren in unebenem Gelände um ihre Lagerstellen *h* und *i* im Gehäuse *a* schwingen können. Der beschriebene Antrieb ist zwar in gewisser Hinsicht einfacher als der gewöhnliche Doppelantrieb, bedingt aber sehr schwere Gehäuse, da die Raddrücke die Gehäuse auf Verdrehung beanspruchen.

a Getriebegehäuse
b Seitenwelle des Getriebes
c, d, e Stirnrädergruppe
f kurzer Zapfen für ein Hinterrad
g Gehäuse für den Räderantrieb
h, i schwingende Lagerung von g

Abb. 31
Hinterachsantrieb von Scammel Lorries Ltd.

Abb. 33. Radnabe mit Antriebzahnrad, von der Achse abgezogen.

Abb. 32 und 33
Neuer Stirnrad-Nabenantrieb von A. Saurer.

Von den bei uns üblichen Hinterachsantrieben mittels Stirn- und Kegelräder-Vorgelege, war außer dem bekannten der Daimler-Benz-A.-G., auf dem Stande von Saurer ein neuerer Stirnrad-Nabenantrieb zu sehen. Abb. 32 bis 34; das Kennzeichen dieser aus mehreren Teilen zusammengesetzten Hinterachse ist, daß die Vorgelege an den Hinterrädern mit Schrägzähnen versehen und mit den Naben so verbunden sind, daß man die Räder mit den Antriebzahnrädern von der Achse abziehen kann, s. Abb. 33. Dadurch wird verhindert, daß beim Auswechseln von Reifen Staub in die Zahngetriebe gelangt. Hervorgehoben seien bei dieser Gelegenheit die außerordentlich gefälligen Bauformen und die saubere Werkstattarbeit dieses Fahrgestells.

Einzelteile des Fahrgestells

Von den Einzelteilen des Fahrgestells wären namentlich die Bremsen zu erwähnen, die bei fast allen Omnibussen auch auf die Vorderräder wirken und deren Betätigung mittels Hilfskraft Fortschritte gemacht hat. Außer der Unterdruckbremse nach Dewandre war namentlich die Überdruckbremse der Westinghouse Brake & Saxby Signal Co., London, bei vielen Fahrzeugen zu sehen. Diese Bremseinrichtung hat gewisse Vorzüge gegenüber den bei uns bekannten Bremsen dieser Art. Man kann als Druckmittel außer Druckluft auch die hochgespannten Gase des Wagenmotors benutzen, die man mittels eines doppelten Überdruckventils zwei Zylindern entnimmt; ferner sind die Bremszylinder durch Gummimembranen und zwei kugelig nach außen gebogene Schalen ersetzt, die man an beliebigen Stellen in das Bremsgestänge einschalten kann, was den nachträglichen Einbau der Anlage in ein vorhandenes Fahrgestell ermöglicht.

Für die Betätigung der Bremsen an den Vorderrädern verwendet man statt der bekannten Anordnung von Perrot eine an der Vorderachse befestigte Stütze, wodurch der Einfluß der Rahmenbewegung auf die Bremsen ausgeschaltet wird. Abb. 34 zeigt als Beispiel den Antrieb der Bremse bei dem neuen Omnibus der Associated Daimler Co., der ohne besondere Erklärung verständlich ist. Das Gelenk der Bremswelle, dessen Achse in der Verlängerung der Achse des Lenkbolzens liegt, wird

Abb. 34
Betätigung der Vorderradbremse bei dem neuen Omnibus der Associated Daimler Co.

hier nur während des Bremsens beansprucht, nutzt sich also bei weitem nicht so schnell ab, wie die Gelenke der Perrot-Vorderradbremse.

Als bemerkenswerte Einzelheit sei ferner die Getriebebremse beim neuen Omnibus der Studebaker Co., Abb. 35, erwähnt: die Bremsscheibe ist ein Flügelrad, das bei schneller Fahrt Kühlluft für die Reibflächen von innen nach außen saugt und gegen das von beiden Seiten her kurze Bremsbacken aus Bronze angedrückt werden.

Für die Räder der Trecker zeigte man mehrfach Greifer, die sich sehr schnell zurückklappen lassen, so daß dann die Vollgummireifen für die Fahrt auf fester Straße zum Anliegen kommen. Die Firma Crossle Motors Ltd., Manchester, stellte ferner u. a. ein Gummibandantrieb für Trecker nach der Bauart K gresse aus, bei dem das Gummiband mittels gestanzt Pfannen einzelne leicht auswechselbare Gummiklöt aufnimmt, also selbst durch die Bodenreibung nicht me abgenutzt wird. Endlich sei erwähnt, daß die Firm Armstrong-Siddeley Motors Ltd., Coventry, ein Trecker mit Vierradantrieb nach der Bauart Pave ausstellte, bei dem, unbeschadet des Antriebes, Vorde und Hinterachse der Wagen so beweglich miteinand verbunden sind, daß sie sich wagerecht um nahezu 20 und senkrecht um nahezu 45° gegeneinander verdreh können. Das Fahrzeug ist daher imstande, d schwierigsten Gelände zu befahren. [B 1020]

Abb. 35
Getriebebremse der Studebaker Co.

Ortbewegliche Werkzeugmaschinen

Der große Einfluß der Hubwagen auf die Werkstattförderung ist bekannt[1]). Bei der großen Tragfähigkeit neuzeitlicher Hubwagen konnte man auch den Versuch machen, Werkzeugmaschinen auf Gestelle zu setzen, die man mittels Hubwagens an jeden gewünschten Ort befördern konnte.

Diese Versuche wurden ausgeführt mit einer Bohrmaschine für 16 mm Bohrloch-Durchmesser, einer Schnellsäge, einer Pendelsäge und einer Eisenschere; sie waren von vollem Erfolg begleitet. Unerwünschte Nebenerscheinungen, wie Erschütterungen und Schwingungen, wurden nicht beobachtet.

[1]) Vergl Z. Bd. 70 (1926) S. 576 u. 1762.

Abb. 1
Metallsäge mit elektrischem Einzelantrieb auf einer Plattform für Hubwagen.

Anlaß zu den Versuchen war, daß oft Gewicht, Meng oder Umfang der zu bearbeitenden Teile oder enge Förde wege es richtig erscheinen lassen, die Werkzeugmaschine zum Werkstück zu befördern und nicht umgekehrt, wie sons üblich.

Als Versuchstück diente eine neuzeitliche Schnellsäg mit hydraulischer Reglung des Schnittdruckes und mit ele trischem Einzelantrieb, Abb. 1. Einschließlich der Grif zeiten des Arbeiters wurden in einer Stunde 30 Schnit durch Flacheisen von 65 × 16 mm² gesägt.

Das Eisen lag wagrecht in Ständern, wobei zuerst a genommen wurde, daß die Säge ortfest und im Mittel 8 von dem Ständer entfernt wäre. Zur Heranschaffung d Tagesmenge wurden 2 Arbeiter 2 h 40 min beschäftigt; in gesamt wurden also 5,33 Arbeitstunden gebraucht.

Darauf wurde die Säge an die Ständer herangefahre in denen das Flacheisen lag. Diese Arbeit nahm einschlie lich Anschlusses des Motors an die elektrische Leitung 5 m in Anspruch. Nunmehr war der bedienende Arbeiter in d Lage, das Eisen selbst der Säge zuzuführen, ohne daß sei Leistung beim Sägen abnahm.

An einem Arbeitstag wurden bei 80 ₰ Stundenlo 4,22 ℳ erspart, so daß der Preis des Hubwagens von 230 in rd. zwei Monaten allein durch diese Ersparnis abgezah war. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den übrigen Ve suchsmaschinen. [M 1008]

Moosburg in Bayern Dipl.-Ing. Loef

Elektrisch angetriebenes Kriegschiff

Das amerikanische Kriegschiff „Saratoga", das kür lich in Camden, N. J., von Stapel gelaufen ist, erhält ele trischen Antrieb. Vier von Dampfturbinen angetriebe Stromerzeuger für je 35 200 kW liefern den Strom f acht Motoren von je 16 600 kW, die paarweise die vi Schraubenwellen mit 317 Uml./min antreiben; diese Motor haben 4,55 m Außendurchmesser. 16 Kessel mit Ölfeueru liefern den Dampf für die Turbinen. Zur Stromerzeugu für die Hilfsmaschinen des Schiffes dienen sechs Turb Gleichstromerzeuger für je 750 kW. Die „Saratoga" so als Flugzeug-Mutterschiff benutzt werden; sie wird eine G schwindigkeit von 33 Kn erreichen. („Electrical Worl Bd. 90 (1927) S. 1267*) [N 1188] Pa.

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Abb. 2 bis 4
Loening-Flugboot älterer Bauart mit (zur Verbesserung der Sicht) hängend eingebautem 420 PS-Liberty-Motor; 12 Zylinder in V-Form, Kühler unter dem Motor über dem Boot.

Abb. 1
Loening-Flugboot mit hochgeklapptem Fahrgestell (an der Wurzel des Unterflügels) wird neuerdings mit einem luftgekühlten Sternmotor von 425 PS ausgerüstet.

Luftfahrt

„Amphibien"-Flugzeuge mit Schwimm- und Fahr-Einrichtungen

Noch immer ist die Frage, Flugboot oder Schwimmerflugzeug, nicht mit Sicherheit entschieden, doch scheint die Entwicklung dahin zu gehen, daß für große Flüge über See mit großen Beförderungsleistungen das Flugboot dem Schwimmerflugzeug vorgezogen werden dürfte. Die Auffassung, daß das Flugboot beim Treiben auf See größere Sicherheit bietet, ist heute wohl bereits allgemein.

Trotzdem werden bestimmte Gebiete dem Schwimmerflugzeug erhalten bleiben. Dahin gehört der Küsten- und Binnenlanddienst mit verkehrstechnischen oder militärischen Aufgaben über Flußläufen und seenreichem Gelände, die Nahaufklärung, der Bomben- und Torpedoflug.

Vereinzelt tauchen Entwürfe von Flugzeugen mit Schwimm- und Fahreinrichtung auf, die aber immer eine Kompromißlösung darstellen. Sie sind selten wirklich hochseefähig, aber für die Kolonien und wasserreiche Gegenden mit Vorteil zu verwenden. Vielleicht entwickelt sich sogar aus ihnen das künftige Ausflug-Flugzeug, da die Seen immer anziehen werden und meist sehr geeignete Landeplätze darstellen.

Die amerikanischen Konstruktionen wollen allerdings ernster genommen werden. Das Loening-Flugboot, Abb. 1 bis 4, gilt als eins der leistungsfähigsten Landflugboote und wird bei der amerikanischen Marine mit großem Erfolg verwendet. Bisher hatte man in den Flugzeugen wassergekühlte Reihenmotoren mit hängenden Zylindern eingebaut. Neuerdings werden luftgekühlte Sternmotoren verwendet, die die Flugeigenschaften nennenswert verbessert haben.

Abb. 5
Triebwerkanlage des Sikorski-Flugzeugs. Besondere Motorengondeln unter dem Hauptflügel hängend, dienen gleichzeitig zur Aufnahme der Betriebstoffe.

Abb. 6
Mrs. Grayson startet vor ihrem Ozeanflug, der in ungewöhnlich starkem Sturm ein tragisches Ende fand, auf dem Sikorski-Flugboot.

Abb. 7 bis **9**
Sikorski-Amphibie. Kurzes geschlossenes Boot. Hochziehbare Radgestell. Leitwerk an besonderem Ausleger. Seitenrude unterteilt, im Abstrom der Luftschrauben liegend. Triebwer zwei luftgekühlte Sternmotoren von je 200 PS.
Die Zahlen in Klammern gelten für das Langstrecken-Flugzeu

Das Wasser-Landflugzeug, Baumuster S 36 B, ist ein wurf des russischen Ingenieurs **Sikorski**, der vor gefähr 14 Jahren in seiner Heimat eins der ersten m motorigen Riesenflugzeuge erbaute und nun nach Ame übergesiedelt ist. Die Sikorski Manufacturing Co., New Y hat bereits mehrere verschiedene Flugzeuge herausgebra Die neueste Bauart, Abb. 5 bis 9, hat unter Mrs. Gray Führung den Ozeanflug von Amerika nach Dänemark sucht, wurde aber ein Opfer ganz ungewöhnlich schlec Wetterverhältnisse.

Die Zelle ist als 1½-Decker entworfen. Hoch über Boot liegend ist die Hauptfläche gegen Spritzwasser Start und Landung gut geschützt. Der sehr kleine Ur flügel, dem wohl mehr bauliche Aufgaben zugedacht trägt unten die seitlichen Stützschwimmer und darüber Knotenpunkte der Motorstützen und Flügelstiele.

Das Triebwerk bilden zwei luftgekühlte 200pfer Sternmotoren, die unter dem Oberflügel hängen.

Das Flugzeug wird als reines Flugboot mit off Kabine für einen Führer und sieben Fluggäste, ohne F gestell, geliefert, auch mit geschlossener Kabine und Rä werk oder mit Doppelsteuerung, Radgestell und Fra räumen.

Flügel und Strebenwerk sind aus Metall. Der Ru wird von einem Hartholzgerüst gebildet und ist, wie der Ausleger, für die Steuerung mit einer Duralumin bekleidet. Alle Ruder werden durch Seile betätigt. Seitenruder wurde unterteilt, so daß beim Aussetzen e Motors immer noch ein Ruder im Luftstrom des noch a tenden Propellers liegt. Die Brennstoffbehälter liegen allgemeinen im mittleren Oberflügel. Für Langstre können größere Tragflügel angesetzt und Zusatzbehälte den Motorkabinen eingebaut werden.

In Frankreich hat sich bereits vor dem Kr **Schreck** mit dem Bau von Wasser-Land-Flugzeugen faßt. Bei seinem Muster F. B. A. 9, Abb. 10 und 11, ist

Abb. 10 un
Französisc
Amphibie
Flugzeu
Bauart Sch
F. B. A.
Triebwer
350 PS-Hisp
Suiza-Mot

Abb. 12 und **13**. Schwenkbarer Radrahmen von Schreck.
Ein Handrad an der Außenseite des Bootes betätigt die dazugehörige Stoßstange. Keine besondere Federung des Rades.

50 PS Hispano-Suiza-Motor unter dem Oberflügel eingebaut und ruht auf einem kräftigen Gerüst aus stromlinienförmig ausgebildeten, rechtwinklig verbundenen Stahlrohren. Unmittelbar unter dem Triebwerk liegt der Führersitz im Boot, das nach hinten hochgezogen, in das Leitwerk ausläuft. Das Boot ist nicht h o c h - seefähig. Feine Formgebung ist nautisch wenig günstig. Beim Start entsteht eine sehr starke Bugwelle, die ein schnelles Erreichen der Abfluggeschwindigkeit verhindert. Der flache Boden wird im Seegang hoch beansprucht. Abb. 12 und 13 zeigen das hochklappbare Radgestell und das dafür zu betätigende Handrad an der Außenwand des Bootes neben dem Führersitz. Den Radrahmen kann man mit Hilfe einer Stoßstange aus dem Rumpf heraus oder durch Rutschzug vom Flügel her schwenken. Die Federung ist allein auf die Formänderung der überbemessenen Niederdruck-Luftreifen beschränkt.

Charlottenburg [M 937] Dipl.-Ing. F. G o ß l a u

Eisenhüttenwesen

Die Erfahrungen mit Silika-Gel beim Trocknen des Gebläsewindes[1])

Über die Erfahrungen mit der in Schottland aufgestellten Anlage zur Windtrocknung mittels Silika-Gels gibt der Betriebsleiter folgende Darstellung[2]):

Die Glasgow Iron & Steel Co. betreibt in Wishaw bei Glasgow eine Hochofenanlage mit sechs handbeschickten Hochöfen schottischer Bauart von 21 m Höhe und Durchmessern von 5 m im Rastmantel, 2,90 m am Herd und 3,80 m an der Beschickungsgrenze. Der Wind wird mit 800 °C und einem Druck von 0,38 bis 0,4 at durch neun Düsen eingeführt.

Jeder Ofen liefert wöchentlich 400 bis 450 t Roheisen; die mittlere Beschickung besteht aus 1630 kg Mischerz und 283 kg Kalkstein für 1 t Roheisen. Der mittlere Brennstoffverbrauch an Rohkohle beträgt 1590 kg für 1 t Roheisen, entsprechend 666 kg Koks. Für diese Anlage wurde eine Gebläsewindtrocknung für eine Leistung von etwa 1000 m³/min errichtet.

Zahlenangaben über die stündlichen Schwankungen der atmosphärischen Feuchtigkeit finden sich bereits 1904 bei G a y l e y[3]). Für Wishaw lagen keine lückenlosen Aufzeichnungen über eine längere Zeit vor, doch zeigen Zahlen für den Westen von Schottland verhältnismäßig gute Übereinstimmung mit den von Gayley beobachteten, wenngleich sie niedriger liegen. Halbstündige Beobachtungen in Wishaw seit Mitte April 1927 ergaben die folgenden Höchst- und Mindestwerte (g Wasser/m³ Luft):

	Höchstwert	Mindestwert
April	10,75 (18.)	2,55 (27.)
Mai	13,5 (8.)	3,37 (10.)
Juni	12,75 (16.)	3,05 (12.)
Juli	14,9 (10. und 30.)	8,55 (16.)
August	15 (7.)	7,45 (30.)

Bei der Beurteilung dieser Zahlen muß man sich vergegenwärtigen, daß 1 g Wasser in 1 m³ Gebläsewind etwa 3,9 kg Wasser in 1 t Roheisen ausmacht. Die monatlichen Schwankungen an der Roheisenausbringung betrugen bei einem Ofen 1,5 vH, bei einem andern 3 vH zwischen den vier Sommer- und vier Wintermonaten[4]).

Für zehn Vorkriegsjahre zeigt Zahlentafel 1 die mittlere Verhältniszahl Erz zu Kohle.

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 907.

[2]) The Use of Silica Gel as a Medium for drying Blast by Edwin L. Lewis, „The Iron and Coal Trades Review" Bd. 65 (1927) S. 446.

[3]) Journal of the Iron and Steel Institute Bd. 66 (1904) S. 274.

[4]) Industrial Fatigue Research Board Report 1920 Nr. 5 S. 17.

Abb. 14 und 15
Silika-Gel-Anlage in Wishaw.

Zahlentafel 1
Mittleres Verhältnis Erz zu Kohle in zehn Vorkriegsjahren

	Verhältnis Erz/Kohle		g Wasser auf 1 m³ Luft	
Dezember	1,0538	1,0448	5,96	5,96
Januar	1,0451		5,96	
Februar	1,0356		5,96	
März	1,0428		5,73	
April	1,0213	1,0301	6,88	7,56
Mai	1,0390		8,49	
Juni	1,0255	1,0138	9,63	10,3
Juli	0,9955		11	
August	1,0109		11,25	
September	1,0233		9,63	
Oktober	1,0390	1 0289	8,25	7,56
November	1,0188		6,65	

In der schottischen Praxis rechnet man für 1 t Roheisen mit einem um 450 kg höheren Luftgewicht als die sonstige Gesamtbeschickung beträgt. Ebenso wichtig wie die sorgfältige Auswahl und Mengenbemessung bei der Beschickung erscheint daher eine entsprechende gleichmäßige Einstellung des Gebläsewindes, da dadurch eine der vielen veränderlichen Rechnungsgrößen beim Hochofengang zum Verschwinden kommt.

Die Vorteile gleichbleibender Windfeuchtigkeit sind allgemein anerkannt; die verschiedensten Verfahren wurden vorgeschlagen und untersucht, doch lassen sich die bisherigen Ergebnisse kurz so zusammenfassen, daß 1. die Absorptionsverfahren sich als unbrauchbar erwiesen haben, daß 2. das Ausfrierverfahren zu viel Wartung und Betriebkosten erfordert und daß 3. letzten Endes die erforderlichen Geldmittel besser für andre Verbesserungen, z. B. Erhöhung der Windtemperatur, verwendet werden.

In Wishaw beträgt die Windtemperatur bereits 788 bis 816 °C und kann daher ohne Gefahr für das Mauerwerk nicht erhöht werden. Trotz dieser hohen Temperatur bestand noch die Möglichkeit, den Wirkungsgrad des Ofens zu verbessern, wenn eine Trocknung des Hochofenwindes zu mäßigen Kosten erreicht werden konnte.

Abb. 16 und 17
Arbeitsweise der Silika-Gel-Anlage.

Abb. 18
Aufbau der Silika-Gel-Anlage.

Vor einigen Jahren wurde die Anwendung von Silika-Gel vorgeschlagen, das vorzügliche Adsorptionsfähigkeit für Wasserdampf hat und in großen Mengen und gleichmäßiger Beschaffenheit hergestellt werden kann. Seine Eigenschaften beschreibt Mr. E. B. Miller im „American Institute of Chemical Engineers", 28. Juni 1927 mit den Worten: Für die Hochofenlufttrocknung kommt in Betracht, daß es wenigstens 20 vH seines Eigengewichtes an Wasser aus der Luft mit 99 bis 100 vH Wirkungsgrad aufnehmen kann, und daß durch Temperaturerhöhung das aufgenommene Wasser wieder ausgetrieben werden kann, wodurch das Gel für eine neue Adsorption bereit ist; der Wassergehalt im Gel soll tunlichst nicht unter 5 vH verringert werden; auf 1 m³ Luft werden etwa 32 kg Gel im Adsorber vorgeschlagen.

Die Lufttrocknungsanlage in Wishaw, Abb. 14 bis 18, wurde am 13. April 1927 in Betrieb genommen. Sie besteht aus sechs Adsorbern, großen Blechkammern mit eingebauten Sieben, die das körnige Gel tragen. Den Durchgang der Luft durch das Gel zeigen Abb. 16 und 17. Das eine Ende der Adsorptionskammer hat ein Verbindungsventil zur Außenluft oder zu den Aktivationsgasen, das Austrittsende ähnliche Ventile zum Windgebläse oder zu einem kleinen Sauger für die Aktivationsgase. Normalerweise sind fünf Adsorber in Betrieb, während einer „aktiviert" wird. Am Frischlufteinlaß sind Visko-Filter angeordnet, die den in der Nähe von Industrieanlagen immer vorhandenen Staub entfernen, der sonst in das Gelbett gelangen und dadurch den Widerstand (38 bis 50 mm) erhöhen würde. Die Aktivationswärme wird durch Verbrennung von Hochofengas frei, das vorher während der Gewinnung von Nebenerzeugnissen gereinigt wird. Das Gas verbrennt in einer kleinen Verbrennungskammer und wird durch Frischluftzusatz auf etwa 340 °C abgekühlt. Die gesamte Verbrennungs- und Verdünnungsluft geht ebenfalls durch Visko-Filter. Die normale Aktivationsdauer für einen Adsorber beträgt etwa 1½ h; gegen Ende dieser Zeit wird das Gas abgestellt und lediglich Luft durch den Adsorber gesaugt, um das Gel auf die für die Adsorption günstige Temperatur herabzukühlen. Die Ventile an beiden Enden des Adsorbers sind gekuppelt, so daß man mit einem einzigen Handgriff umstellen kann. Das Gas hat etwa 1200 kcal/m³ Heizwert; die täglich erforderliche Menge entspricht etwa 7 t Kohle.

Zwischen der Trocknungsanlage und dem Windgebläse ist ein Frischluft-Zusatzventil angeordnet, so daß die getrocknete Luft auf eine gewünschte gleichbleibende Feuc tigkeit eingestellt werden kann. Bei kaltem Wetter hat d Anlage Trocknungsgrade ergeben, die weit unter den liegen, die jemals Gayley erzielt hat.

Es ist nicht leicht, die Ergebnisse der Windtrocknun unter den vorliegenden Bedingungen genau herauszuschäle da man in einer Anzahl kleiner Öfen, die an der gleich Leitung hängen, verschiedene Eisensorten verarbeitet, w durch viele andre Veränderlichkeiten entstehen. Fern ist die Auswirkung des Verhältnisses CO/CO_2 schwier zu beobachten, da das wirkliche Gichtgas mit „Koksofe gas", das sich in den oberen Teilen des Ofens bildet, ve mengt ist. Immerhin wurde für die Aufstellung v Zahlentafel 2 das Jahr 1925 als Maßstab gewählt. D Wishaw-Werk hatte damals die größte Erzeugungsmen und den geringsten Brennstoffverbrauch für viele Jah und konnte ohne Unterbrechung arbeiten. Im Mai, Ju Juli und August 1927 war die Trocknungsanlage ständ in Betrieb.

Die Zahlen in Zahlentafel 2 erfordern einige Erkl rungen: Feuchtigkeitsgehalt des Wind und der Atmosphäre: Die Zahlen für 1925 si Mittelwerte des Bezirkes. Die Zahlen für 1927 sind d Durchschnittswerte von halbstündlichen Ablesungen Wishaw. Leistung: Seit 1925 sind an drei von d jetzt betriebenen fünf Öfen Änderungen vorgenommen wo den. Von der höheren Ausbeute sind nach genauen Ofe untersuchungen nicht weniger als 7½ vH auf die Verwe dung trockenen Windes zurückzuführen.

Gesamter Kohlenstoffverbrauch: Die Za len ergeben sich aus den Kohlen- und Koksmengen u ihren Analysen.

Kohlenstoff, verbrannt an den Düse Von dem gesamten verbrannten Kohlenstoff wurden n Rücksicht auf Lösungsverlust und unmittelbare Redukti auf 1 t Eisen 156 kg abgezogen, was nach Feststellung von E. C. Evans für eine große Anzahl von Öfen, d ähnliches Erz verarbeiten, zutrifft.

Verfügbare Herdwärme: Johnsons The rie wurde auf die Betriebsbedingungen in Wishaw ang wendet, wo nämlich 1649 °C kritische Temperatur u 788 °C Windtemperatur herrschten. Auf 1 kg Kohlenst ergibt sich als verfügbare Herdwärme:

g Wasser in 1 m³ Wind	Verfügbare Wärme in kcal in 1 verbranntem Kohlenstoff
bei 0	990
„ 2	958
„ 4	931
„ 6	904
„ 8	875
„ 10	847
„ 12	820

Die Richtigkeit der Theorie von Johnson ist nicht u bestritten, doch stimmen seine Zahlen gut mit den tatsäc lich erreichten Ersparnissen überein.

Der Vorzug, der sich bei der Verwendung trocken Windes im Hochofen in der Gleichmäßigkeit des erzielt Eisens ausdrückt, hat sich auch in Wishaw gezeigt, ka jedoch nicht ohne weiteres in Zahlen ausgedrückt werde Die Brennstoffersparnis bei den Öfen für Sonder-Häma führt zu einer kleinen, aber wichtigen Verminderung d gesamten Phosphor- und Schwefelmenge, die in den Of kommt.

Die Betriebskosten der Anlage sind gering. Die ei zigen bewegten Teile sind die mit der Hand betätigten Ve tile und das Aktivationsgebläse mit Motorantrieb, das 20 erfordert. Ebenso dürften die Unterhaltungskosten niedr sein. Die Geldersparnis muß für jeden einzelnen Fall a Grund der örtlichen Bedingungen berechnet werden, d

Zahlentafel 2
Betriebsergebnisse der Trocknungsanlage

		1925	Mai 1927	Juni 1927	Juli 1927	August 19
atmosphärische Feuchtigkeit	g/m³	8	7,05	7,8	11,1	10,9
Feuchtigkeit im Wind	„	8	2,5	2,75	3,69	3,43
Ofenleistung	t/Woche	362	425	406	423	419
Mehrleistung	vH	—	17,39	12,20	17,14	15,82
Gesamte Kohle auf 1 t Eisen	kg/t	920	878	868	875	870
Brennstoffersparnis	vH	—	4,57	5,69	4,82	5,55
Kohlenstoff, verbrannt an den Düsen, auf 1 t Eisen	kg/t	763	721	710	719	715
verfügbare Herdwärme auf 1 kg Kohlenstoff, verbrannt an den Düsen (nach Johnson)	kcal/kg	877	955	950	937	941
theoretische Brennstoffersparnis (nach Johnson)	vH	—	8,06	7,69	6,43	6,76

Kohlenersparnis hängt von der Windtemperatur und der mittleren Feuchtigkeit der Luft ab, die übrigen Ersparnisse von andern Umständen, so von dem Anteil der Löhne, die als Zeitlöhne unabhängig von der Ausbringung zu rechnen sind, von sonstigen Unkosten usw. Wenn in Schottland die Leistungssteigerung größer ist als die Brennstoffersparnis, was natürlich mit einem höheren Brennstoffverbrauch verbunden ist, werden die Unkosten der Nebenproduktanlage verringert und infolgedessen die Gesamtkosten für Kohlen ebenfalls.

Ein Verlust an Teer scheint sich aus den veränderten Betriebsbedingungen nicht zu ergeben, doch zeigt sich eine leichte Verringerung der Ammoniakausbeute, die vielleicht auf geringeren Wasserstoffgehalt im Gas zurückzuführen ist oder auf die bei dem höheren Kohlenverbrauch schwierigere Gaskühlung. Auf jeden Fall zeigt unter Berücksichtigung all dieser Punkte die Anlage in Wishaw eine gute Wirtschaftlichkeit.

Wichtig ist die Frage, welches der beste Trocknungsgrad für den Wind ist. Allgemein scheint festzustehen, daß bis zu etwa 2,3 g Feuchtigkeit in 1 m³ eine Verbesserung des Ofenganges erzielt wird, während eine Trocknung unter die Kalziumchloridtrocknung von ungefähr 0,2 g/m³ gewisse Reaktionen im Ofen stört. Das zwischen beiden Zahlen liegende Gebiet ist anscheinend noch wenig bekannt und soll später in Wishaw durch die Verwendung von Silika-Gel untersucht werden.

Die Betriebsüberwachung einer derartigen Trocknungsanlage erfordert zuverlässige Feuchtigkeitsmessung. Es wurden daher die Ablesungen mit Taupunkthygrometer sehr sorgfältig unter Einhalten eines hinreichenden Zuges gemacht. Von Vorteil wäre die Benutzung eines selbstschreibenden Hygrometers, das unmittelbare Ablesungen in g/m³ gestatten würde. [M 877]

Tegel Dipl.-Ing. F. B. Krull

Brennstoffe

Teakholz als Lokomotivbrennstoff

Einige Eisenbahnen in Niederländisch-Indien, Malakka und Siam verwenden Teakholz (Djattieholz) als Lokomotivbrennstoff. Obwohl diese tropischen Länder reich mit Öl und teilweise auch mit Steinkohle gesegnet sind, hat sich die Lokomotivheizung mit Holz als wirtschaftlich überlegen gezeigt.

Teakholz (tectona grandis) wird durch die niederländisch-indische Regierung seit ungefähr hundert Jahren planmäßig angepflanzt; heutzutage sind ungefähr 6 vH der Oberfläche von Java damit bebaut. Es hat die für Verwendung in tropischen Ländern besonders wichtige Eigenschaft, von den Termiten nicht angegriffen zu werden. Das Stammholz findet darum ausgedehnte Verwendung als Bau- und Möbelholz. Die Äste und der Abfall werden hauptsächlich in der Zuckerindustrie und bei den Eisenbahnen als Brennholz benutzt. Die Eisenbahnen bevorzugen 50 cm lange gerade Scheite mit ungefähr 1 dm² Querschnitt, die Straßenbahnen wählen wegen der kleineren Feuerbüchsen 30 cm lange Scheite.

Eine Analyse des Teakholzes ergibt im Mittel: 47,5 vH C, 5,5 vH H_2, 44 vH O_2 und 2 vH Asche.

Die Koksprobe zerlegt das Holz in 79 vH Holzkohle und 21 vH flüchtige Bestandteile. Die Asche ist pulvrig; sie verstopft somit nicht die Rostspalten und erübrigt das lästige Feuerputzen.

Der durchschnittliche Wassergehalt ist bei dem festen, dichten Gefüge des Teakholzes relativ gering, er steht in Abhängigkeit von der Jahreszeit und beträgt 12 bis 15 vH.

Der Heizwert des völlig trockenen Holzes erreicht nach einer Reihe von Untersuchungen den unerwartet hohen Betrag von 5200 kcal/kg. Man kann mit einem durchschnittlichen Heizwert des lufttrockenen Holzes von 4300 kcal/kg rechnen. Die wirtschaftlichste Verbrennung wird mit 50 bis 80 vH Luftüberschuß erzielt.

Die Größe der Rostfläche spielt meiner Erfahrung nach nicht dieselbe Rolle wie bei den verschiedenen Kohlensorten. Als Verhältnis R : H kommt 1 : 70 bis 1 : 80 in Frage. Eine viel wichtigere Forderung ist jedoch, daß der Brennstoffraum, entsprechend dem größeren spezifischen Volumen des Holzes, größer ist als bei Verwendung von Steinkohlen. Die Feuerbüchse muß bei Holz also tief sein; wenn es die Bauart zuläßt, sollte man 75 cm Schichthöhe ermöglichen. Die Breite der Rostspalten spielt bei Holzfeuerung nicht dieselbe Rolle, wie bei Kohlen, wo die Stückgröße und die Schlackenbildung wesentlich sind. 20 bis 25 mm Rostspaltenbreite sind ein gebräuchliches Maß. Ungelöst ist noch die Frage des Funkenfängers. Die leichten, glühenden Holzkohlenteilchen werden sehr leicht mitgerissen und bilden in der trockenen Jahreszeit immer eine große Gefahr für die Umgebung. Die gebräuchlichen Funkenfänger verstopfen sich immer sehr rasch; dagegen geben einfache Drahtmützen auf den Schornsteinen einige Befriedigung, obwohl sie nicht als Funkenfänger zu bezeichnen sind; die glühenden Teilchen werden jedoch durch den Anprall an das Drahtnetz zerkleinert, und die durch das Sieb tretenden Fünkchen sind ausgebrannt, bevor sie Schaden anrichten können.

Bei 12 at Kesseldruck ist eine 3½- bis 4fache Verdampfung als normal anzusehen. Oft erreicht man als größte, wirtschaftliche Rostanstrengung 900 kg/m²h und 60 kg/h Dampf auf 1 m² Heizfläche gelten auch bei der Verfeuerung von Teakholz als normal. Teakholz steht also der Steinkohle nicht viel nach. Die Möglichkeit, den Kessel nach großen Anstrengungen in verschwindend kurzer Zeit wieder hochzuheizen, läßt auch den geringen Unterschied in der Wirklichkeit noch verschwinden. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erwähne ich, daß bei mehreren Versuchsfahrten einer C-Lokomotive bei 320 °C Dampftemperatur 2,2 bis 2,6 kg Holz für 1 PS_ih verbraucht wurden.

Neben dem Nachteil, daß man beim Erwerben des Holzes immer viel Wasser mitkauft, spricht auch die Notwendigkeit des größeren Transport- und Stapelraumes zuungunsten des Holzes. Das niedrige spez. Gewicht von 425 kg/m³ erfordert doppelt soviel Laderaum wie bei Steinkohle. Es verträgt darum auch nicht so weite Transportwege. Obschon zwar der Preis des Teakholzes in Java von 1902 bis 1926 auf den etwa 2,5fachen Betrag gestiegen ist, kann dieser für das Land außerordentlich wertvolle Brennstoff den Wettkampf gegen die einheimische, englische und japanische Kohle immer noch erfolgreich aufnehmen und selbst bei gleicher Wirtschaftlichkeit wäre dem als minderwertigen Brennstoff verschrieenen Holz wegen seiner mannigfachen Vorzüge hier der Vorrang vor der Kohle zu geben. [N 958]

Karlsruhe Dipl.-Ing. Karl Gartner

Kleine Mitteilungen

Neuer Zweitaktmotor mit Ladegebläse

Nach der Bauart von A. Zoller ist vor kurzem bei Chappuis, Dornier & Co., Paris, ein Motor mit vier Doppelzylindern von rd. 740 cm³ gesamtem Hubraum fertiggestellt worden, bei dem je zwei Zylinder einen gemeinsamen Verbrennungsraum haben. Das Neue bei dieser für Zweitaktmotoren bereits bekannten Anordnung ist, daß beide Kolben, von denen der eine den Einlaß- und der andere den Auspuffschlitz steuert, zu gleicher Zeit im oberen Totpunkt stehen, so daß man die Zylinder auch mit reiner Luft arbeiten lassen und den Brennstoff nach dem Dieselverfahren einspritzen kann. Die besondere Verbindung zweier Kolben mit dem gemeinsamen Kopf der Pleuelstangen ermöglicht ferner, abgesehen von dem bekannten Voreilen des Auspuffs vor der Einströmung, die Laufbahnen von den seitlichen Kolbendrücken während des Expansionshubes zu entlasten. Das von der Kurbelwelle unmittelbar angetriebene Kapselgebläse hat radiale, paarweise zusammenhängende Schieber aus Leichtmetall, die gegen die Einflüsse der Fliehkraft durch eine innere Exzenterführung entlastet sind. Über Ergebnisse des Betriebes wird noch nichts mitgeteilt. („Automotive Industries" 31. Dezember 1927 S. 978/79.)
[N 1212 a] H.

Kuppelofen mit elektrisch geheiztem Vorherd

Es macht Schwierigkeiten, im Kuppelofen eine hohe Schmelztemperatur zu erreichen, da auch Schwefel aus dem Koks aufgenommen wird, das Eisen leicht oxydiert und die genaue Bemessung des Kohlenstoffes schwierig ist. Deshalb benutzt man zur Herstellung von hochwertigem Guß den Flammofen oder den Elektroofen. Das in Verbindung mit dem Elektroofen angewendete Duplexverfahren erhöht die Kosten des Gußeisens durch die kostspielige Anlage und den hohen Stromverbrauch. Daher schlägt Morten Grindal das folgende Verfahren vor: Ein Kuppelofen wird mit einem elektrisch geheizten Vorherd durch eine selbstabschlackende Rinne verbunden, durch die das Eisen in einem gleichmäßigen Strom in den Vorherd läuft. In der Rinne wird das Eisen von der sauren Schlacke befreit; im Vorherd bildet sich basische Schlacke. Da nur ein geringer Wärmemehraufwand notwendig ist, so bleibt der Stromverbrauch gering. Im Vorherd wird das Eisen desoxydiert, überhitzt und entschwefelt. Da man meist über Drehstrom von 110 V verfügt, erübrigt sich die Anlage eines Umformers. („The Iron Age" 5. Januar 1928 S. 31*.)
[N 1212 c] Il.

Brücke über den Weißen Nil

Zwischen Khartum und Omdurman ist vor kurzem eine neue Straßenbrücke in Eisenkonstruktion dem Verkehr übergeben worden, die aus sieben festen Öffnungen von je 74 m sowie einer elektrisch betätigten Klappöffnung von 92,5 m Länge besteht. Auf der 9,1 m breiten Fahrbahn ist auch ein Straßenbahngleis untergebracht. Bei etwa stärker werdendem Verkehr können noch zwei Fußwege von je 3,35 m Breite zu beiden Seiten überkragend nachträglich angebaut werden. Die Kosten des Baues betrugen 16 Mill. RM. („The Engineer" 20. Januar 1928 S. 63.) [N 1212 f] Sd.

Rohstoff-Förderung in Indien 1926

Nach dem jährlichen Bericht der geologischen Landesanstalt von Indien förderte man im Jahre 1926 20,999 Mill. t, d. h. rd. 95 000 t mehr als 1925[1]). Der Hauptanteil entfällt wieder auf die Bezirke Bihar, Orissa und Bengal. Ausgeführt wurden 615 288 t, darunter 1139 t Koks. Die Einfuhr betrug 193 857 t, darunter 19 000 t Koks. 185 749 Personen waren in den Bergwerken beschäftigt (1925: 189 262), so daß die Leistung einer Person 113,1 t (1925: 110,5 t) betrug. 1,66 Mill. t Eisenerze, d. h. rd. 114 000 t mehr als im Jahre 1925, wurden gewonnen, und zwar 1,04 Mill. t von der Tata Iron and Steel Co., 165 000 t von der Indian Iron and Steel Co. und 228 000 t von der Bengal Iron Co. 309 500 t Roheisen wurden ausgeführt, darunter 75 vH nach Japan. Im Jahre 1926 erfuhr die Manganerzförderung eine weitere Steigerung; sie betrug 1 Mill. t (1925: 839 000 t); dagegen sank die Ausfuhr auf 613 500 t, da der Inlandbedarf sich steigerte. Unter den andern Rohstoffen sind zu nennen (Angaben in t):

	Förderung		Ausfuhr
	1925	1926	1926
Chromeisenstein	37 452	33 382	39 951
Magnesit	29 620	30 461	—
Zinn	2 308	3 584	51 000 (Einfuhr)
Wolfram	772	1 484	1 562
Zink	16 810	48 834	43 056
Bauxit	10 070	4 956	—

(„The Iron and Coal Trades Review" 20. Januar 1928 S. 76.) [N 1212 d] Gw.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 142.

Heizerprämien in einem amerikanisch[illegible] Kraftwerk

In einem größeren Fabrikbetriebe der Eastman K[illegible] Corp. befinden sich zur Dampferzeugung sechs Rauchröh[illegible]kessel mit je 186 m² Heizfläche, von denen stets fünf etwa 18 kg/m²h Belastung in Betrieb sind. Da der [illegible]kungsgrad von Rauchröhrenkesseln weit mehr als der [illegible] Wasserrohrkesseln von der Feuerführung und der [illegible]merksamkeit der Heizer abhängt, so hat man hier Hei[illegible]prämien eingeführt, die sich sehr gut bewährt haben. [illegible] werden berechnet nach der mittleren Verdampfzahl, [illegible] noch nach festgelegten Verhältniswerten Zuschläge [illegible] gleichmäßigen Kesseldruck, Reinheit der Heizflächen [illegible] kommen. Die Verdampfzahl, die aus der sehr genau [illegible]führten Betriebstatistik als monatlicher Mittelwert [illegible]nommen wird, ist ein guter Anhalt für den Betriebs[illegible]kungsgrad, da der Heizwert der Kohle nur sehr w[illegible] schwankt. („Power" 10. Januar 1928 S. 55.) [N 1212 b] [illegible]

Eine Betonstraße über ein Torfmoo[illegible]

Im Rahmen der Wiederherstellung der Straße zwis[illegible] Perth und Iverness durch die Grampians in England [illegible] man einen Abschnitt, der durch ein Torfmoor in 360 m [illegible] über dem Meere führt und infolgedessen den Witterungs[illegible]flüssen sehr stark ausgesetzt ist, als Betonstraße besond[illegible] Bauart von 900 m Länge bei 6,5 m Breite gebaut. Da [illegible] Verkehr während der Arbeiten nicht unterbrochen we[illegible] durfte, hat man jeweils die halbe Straßenbreite erne[illegible]

Die Straße ist als eine Art Betonfloß unmittelbar [illegible] den Moorboden verlegt worden und hat wegen der beträ[illegible]lichen Temperaturunterschiede in je 15 m Abstand [illegible] Querdehnungsfuge. Die einzelnen Tafeln sind unten he[illegible] mit einem 25 cm hohen und 15 cm dicken Rand versehen, [illegible] beim Befahren das Herauspressen des Moorbodens verhin[illegible] Sie sind 20 cm dick und stark bewehrt, damit sie bei [illegible]sem nachgiebigem Untergrund die ansehnlichen Betr[illegible]beanspruchungen aufnehmen können.

An den Quer- und Längsfugen sind die einzelnen T[illegible] an mehreren Stellen so verdübelt, daß sie sich wohl in Längs- und Querrichtung zum Ausgleich der Temper[illegible]dehnungen verschieben können, hingegen jegliche senkr[illegible] Bewegung zueinander verhindert wird. („The Engin[illegible] 20. Januar 1928 S. 71.) [N 1212 e] [illegible]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Der Weltkrieg 1914 bis 1918. Bearb. im Reichsarchiv. 1. Bd.: Das deutsche Feldeisenbahnwesen. Berlin 1928, E. S. Mittler & Sohn. 247 S. m. Abb. Preis 25 *M*.

Das Reichsarchiv hat im Rahmen des amtlichen Werkes „Der Weltkrieg von 1914 bis 1918" in besonderen Bänden das Mittel gewürdigt, das 4½ Jahre lang die Bewegung von Heeresmassen mit all ihrem Zubehör fast ausschließlich bewältigte, nämlich die Eisenbahnen.

Der vorliegende erste Band des Feldeisenbahnwesens behandelt zuerst die Eisenbahnen bei der Mobilmachung und den Aufmarsch und verknüpft mit ihrer Darstellung all die umfangreichen Vorarbeiten, die gemeinsam vom Generalstab und den Eisenbahnverwaltungen notwendig waren, um dieses Kriegsmittel zu dem wichtigen Werkzeug der Landesverteidigung zu machen, als das es sich während des jahrelangen Ringens erweisen sollte.

Der erste Teil ist besonderer Aufmerksamkeit gewiß, da der Verfasser es verstanden hat, dem mit diesem militärischen und eisenbahntechnischen Sondergebiete wenig oder gar nicht Vertrauten Einblicke in den Plan zu gewähren, der ausgearbeitet war, um die — teilweise in- und umeinandergreifende — Aufstellung der Truppenteile (Mobilmachung) und die Versammlung der Streitkräfte an West-, Ost- und Nordgrenze (Aufmarsch) zu ermöglichen. Zusammen über 5 Mill. Mann, fast 1 Mill. Pferde und ½ Mill. t Güter mußten hierzu nach den verschiedensten Richtungen so bewegt werden, daß keine Reibung das Ablaufen des kunstvollen Mechanismus hinderte oder gar unterbrach.

Die Beschreibung der Organisation des eigentlichen Feldeisenbahnwesens leitet zu dem ersten Hauptabschnitt über, der Tätigkeit der Eisenbahnen des westlichen Kriegschauplatzes während des Bewegungskrieges bis Mitte November 1914. Im Anschluß daran wird der Osten behandelt, zeitlich etwas weiter greifend, nämlich bis zum Frühjahr 1915.

Eine kritische Würdigung, ob die Organisation die d[illegible]bar beste Lösung darstellt, ist unterblieben. Und zwar [illegible] vollem Recht. Es kommt hier darauf an, zu zeigen, wa[illegible] Chef des Feldeisenbahnwesens aus den gegebenen Mög[illegible]keiten herauszuholen verstanden hat, und welcher W[illegible]zeuge er sich bediente.

Der Verfasser, in dessen Händen, in Abweichung [illegible] dem sonst üblichen Verfahren, die gesamte Bearbeitun[illegible] Bandes lag, hat es verstanden, nicht nur die Begebenh[illegible] an der Hand des in den vorhandenen Reichsarchivwe[illegible] gegebenen Rahmens darzustellen, sondern darüber hi[illegible] alles das zu würdigen und auszuwerten, was mit der E[illegible]art dieses Kriegsmittels und der Besonderheit seiner je[illegible]gen Anwendung verknüpft ist, so daß der Arbeit mit [illegible] die Bezeichnung „Geschichte eines Eisenbahnkrieges" [illegible]teil wird. Besonders zu erwähnen sind die Bedeutung [illegible] Eisenbahnen für die Führung, die Abhängigkeit zwis[illegible] Operationen und Eisenbahnen, die Grenzen des Mögli[illegible] durch die Gegebenheit der technischen Mittel, damit [illegible] auch der wiederholte Zusammenprall zwischen Theorie [illegible] Wirklichkeit, nämlich der Ausgleich der Gegensätze [illegible]schen militärischer Forderung und eisenbahnbetriebl[illegible] Möglichkeit.

Schließlich wird eingehend auf die Arbeiten zur Wi[illegible]herstellung der zerstörten feindlichen Bahnen hingewi[illegible]

Berlin [E 1092] Gutbr[illegible]

Sammlung Göschen, 964. Band: **Holzbrücken.** Vo[illegible] Schaechterle. Berlin und Leipzig 1927, W[illegible] de Gruyter & Co. 124 S. m. 217 Abb. Preis 1,50 [illegible]

Dieses kleine, in der Sammlung Göschen erschi[illegible] Buch stellt in gedrängtester Form alles über den [illegible]brückenbau Wissenswerte zusammen. Nach einer ve[illegible]nismäßig eingehenden Beschreibung der geschichtli[illegible] Entwicklung und einigen Angaben über allgemeine [illegible]formen und ausgeführte Bauwerke, folgt ein aus[illegible]

licher Abschnitt über Holz als Baustoff. Im nächsten Kapitel werden vor allem die statischen Grundlagen und im darauffolgenden Schlußabschnitt Fahrbahn-Hauptträger und Pfeilereinzelheiten behandelt, wobei auch die neuesten Fortschritte dargestellt werden. Das mit Skizzen reich versehene Bändchen wird seinen Zweck, in leicht verständlicher und zugleich kurzer Weise in das Wesen des Holzbrückenbaues einzuführen, ausgezeichnet erfüllen.
[E 1088] K. Bhd.

Hölzerne Dachkonstruktionen. Ihre Ausbildung und Berechnung. Von Th. Gesteschi. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 245 S. m. 313 Abb. Preis 14 *M*.

Die vierte, neubearbeitete Auflage ist gegenüber der dritten Auflage insofern geändert, als alle den Holzbau allgemein betreffenden Teile einem in demselben Verlag demnächst erscheinenden Werk zugewiesen worden und hier daher fortgefallen sind. Die Einteilung ist vorerst dieselbe geblieben, nur konnten die einzelnen Abschnitte, ohne daß der Umfang der Bücher sich vergrößerte, vervollständigt werden. In den ersten Abschnitten werden allgemeine und statische Grundlagen gegeben, dann folgen Einzelheiten der Dachhaut und schließlich verschiedene Fachwerk- und Vollwandbinder. Den Schluß bilden Sonderkonstruktionen, vor allem Turmdächer. Durch Hinzufügen von neueren ausgeführten Bauten und Fortlassen der veralteten hat das Buch gewonnen. Viele Beispiele erläutern in zweckmäßiger Weise den Text. [E 1089] R. Bhd.

Die Höher- und Tieferbettung des Rheins zwischen Basel und Mannheim von 1882 bis 1921 und ihre Bedeutung für die Schiffbarmachung dieser Stromstrecke durch Regulierung. Von Karl Kupferschmid. Berlin 1927, Julius Springer. 65 S. m. 9 Abb. Preis 9 *M*.

Die vor mehr als einem Jahrhundert von Tulla begonnene Korrektion des Rheines und seine spätere Regulierung ist ein bis heute noch nicht abgeschlossenes, wichtiges Kapitel. Die Hauptfragestellung des Verfassers ist folgende: Welche Verbesserung erzielte die Regulierung der Strecke Sobernheim – Straßburg von 1907/08 und welche Rückschlüsse lassen sich daraus für eine Regulierung der Strecke Straßburg – Basel ziehen?

Kupferschmid stellt zunächst fest, daß das allgemein übliche Untersuchungsverfahren auf Grund von Pegelbeobachtungen und Mittelbildungen aus längeren Beobachtungsreihen nicht einwandfrei ist, da die Beweglichkeit der Stromsohle infolge Geschiebebewegung, die gerade durch die Korrektion hervorgerufen oder doch mindestens stark gefördert worden ist, sich nur allmählich auswirkt und noch lange nicht abgeschlossen ist. Diese Beobachtung ist zwar schon früher gemacht worden, man hat aber noch keine Verfahren gefunden, mit dem diese Fehler vollkommen ausgemerzt werden konnten. Dies gilt vor allem für den noch nicht regulierten Teil des Oberrheins, also die Strecke Straßburg – Basel. Kupferschmid legt seinen Untersuchungen die Beharrungslinie, die aus den in längerer Zeit aufeinanderfolgenden niedrigeren, auf den gleichen Wasserstand zurückgeführten Beharrungsständen gewonnen wird, und die sogenannte mittlere Spitzenlinie zugrunde. Er kommt zu folgendem Ergebnis:

Die Wirkungen der Korrektion sind noch nicht voll in Erscheinung getreten; die erwarteten Tieferbettungen sind zum Teil ausgeblieben. Die Regulierung Sobernheim – Straßburg hat zu wesentlichen Verbesserungen des Fahrwassers geführt, wenn auch teilweise eine Nachreglung erforderlich scheint. Hieraus unmittelbare Rückschlüsse auf den Erfolg einer Regulierung der Strecke Straßburg – Basel ziehen zu wollen, hält er für falsch, da die Bedingungen wesentlich anders und ungünstiger sind.

Das Buch von Kupferschmid ist ein auf genauen Untersuchungen fußender und deshalb sehr wertvoller Beitrag zur Frage der Schiffbarmachung des Oberrheins.
[E 1094] Dipl.-Ing. L. Bähr

50 Jahre Rhein-Verkehrs-Politik. Herausgeg. von Walter Schmitz. Duisburg 1927, „Rhein"-Verlagsgesellschaft. 657 S. m. 104 Abb. Preis 20 *M*.

In den 50 Jahren von 1875 bis 1925 ist die von der Rheinschiffahrt geförderte Frachtmenge von weniger als 4 Mill. t auf 56 Mill. t jährlich gestiegen. Die Ursachen für diese Steigerung des Verkehrs werden in diesem Buch aufgedeckt. Grundlage des Verkehrs sind Regelung und Ausbau des Rheinstromes. Namhafte Fachleute, wie Min.-Dir. Dr. Fuchs, Karlsruhe, und Strombaudir. Langen, Koblenz, haben daher diese Fragen ausführlich am Anfang des Buches besprochen. Auch die technischen Anlagen, die den Massenverkehr und den Umschlag der Güter ermöglichen, also die Beförderungsmittel, Häfen und Umschlageinrichtungen, werden ebenfalls fachmännisch und ausführlich beschrieben. Aus den statistischen Unterlagen, die von Dr. Napp-Zinn in Zahlentafeln und Schaulinien zusammengestellt sind, kann die Entwicklung und jetzige Größe des Rheinverkehrs entnommen werden. Überhaupt gibt dieser erste Teil, der noch mehrere hier nicht genannte Beiträge enthält, umfassende wertvolle Aufschlüsse über die Verkehrsentwicklung auf dem Rhein, während sich der zweite hauptsächlich mit der Geschichte, der Tätigkeit und den Aufgaben des Vereines zur Wahrung der Rheinschiffahrtsinteressen befaßt, zu dessen 50jährigem Bestehen dieses Buch herausgegeben worden ist. [E 1137] Is.

Der Aufbau der Kupfer-Zink-Legierungen. Von O. Bauer und M. Hansen. Berlin 1927, Julius Springer. 150 S. m. 172 Abb. Preis 20 *M*.

Das vorliegende Werk ist die maßgebende Veröffentlichung über die Kupfer-Zink-Legierungen. Es wird daher unentbehrlich sein für jeden, der mit Messing und mit Messinglegierungen zu tun hat. Behandelt werden das Erstarrungs- und Umwandlungsschaubild, die vermuteten Verbindungen des Kupfers mit Zink, die Röntgenstruktur der Kupfer-Zink-Legierungen und eigene Untersuchungen zur endgültigen Festlegung der noch zweifelhaften Teile des Erstarrungs- und Umwandlungsschaubildes der Kupfer-Zink-Legierungen. [E 1080] H. Hanemann

Thermodynamische Grundlagen der Kolben- und Turbokompressoren. Von Adolf Hinz. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 68 S. m. 73 Abb. u. 20 Taf. Preis 25 *M*.

Adiabatische, isothermische und polytropische Zustandänderungen. — Abgestufte adiabatische Verdichtung mit Zwischenkühlung. — Ausströmen von Gas durch Düsen. — Ausströmendes Gasgewicht. — Ausströmende Gasmenge vom Druck hinter der Düse, auf die Temperatur vor der Düse umgerechnet. — Theoretische Düsenquerschnitte für stetige Druckabnahme.

Dieselmaschinen. Grundlagen, Bauarten, Probleme. Von Julius Magg. Berlin 1928, VDI-Verlag. Etwa 250 S. m. 335 Abb. Preis 26 *M*., für VDI-Mitglieder 23,40 *M*.

Die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen. Von G. Schlesinger. Berlin 1927, Julius Springer. 40 S. m. zahlr. Abb. Preis 7 *M*.

Wirtschaftlichste Isolierstärke bei Wärme- und Kälteschutzanlagen und Wärmeabgabe isolierter Rohre bei unterbrochener Betriebsweise. Von I. S. Cammerer. Berlin 1927, Industrieverlag von Hernhaussen. 90 S. m. 22 Abb. Preis 6 *M*.

Sammlung Göschen, 414. Bd.: **Die Hebezeuge.** 1. T. Von G. Tafel. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 184 S. m. 251 Abb. Preis 1,50 *M*.

Monographien über angewandte Elektrochemie, 48 Bd.: **Galvanische Elemente.** Von A. Güntherschulze. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 184 S. m. 44 Abb. Preis 14,80 *M*.

Bedeutung und Umfang der Industrie. — Galvanische Elemente und Schwachstrom-Akkumulatoren. — Theorie der galvanischen Elemente. — Historische Entwicklung der galvanischen Elemente. — Die Technik der Elemente.

Schriften des Vereins der Zellstoff- und Papier-Chemiker und -Ingenieure, 18. Bd.: **Theorie des Antriebs und Kraftbedarfs von Papiermaschinen.** Von H. Rappold. S. 1 bis 30 m. 27 Abb. **Theorie der Harzleimung.** Von Erik Oemann. S. 31 bis 71 m. 15 Abb. Berlin 1927, Otto Elsner. Preis 4 *M*.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 1. R., 22. H.: **Über die Wärmeabgabe geheizter Rohre bei verschiedener Neigung der Rohrachse.** Von Werner Koch. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 29 S. m. 51 Abb. Preis 4,80 *M*.

Lehrbuch der Chemie für technische Anstalten. Von Steuer. Mit einem Anhang: Erläuterungen zu den Kesselspeisewasser-Untersuchungen. 3. Aufl. Bearb. von Düsing. Kiel 1927, Robert Cordes. 141 S. Preis 5,60 *M*.

Über die Randentkohlung von Kohlenstoffstählen unter besonderer Berücksichtigung der Verzunderung. Von Walter Hülsbruch. Doktorarbeit T. H. Braunschweig 1926. 38 S.

Die Radio-Reihe, 23. Bd.: **Netzanschlußgeräte.** Von Werner Bloch. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & Co. 99 S. m. 67 Abb. Preis 3,50 *M*.

Sammlung Göschen, 477. Bd.: **Die elektrischen Meßinstrumente.** Von J. Herrmann. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 159 S. m. 167 Abb. Preis 1,50 *M*.

Amtliche Nachrichten des Reichsversicherungsamts 1927, Beiheft: **Jahresberichte der gewerblichen Berufsgenossenschaften über Unfallverhütung für 1926.** Berlin 1927. Julius Springer. 606 S. m. 158 Abb. Preis 24 *M*.

Weltkraftkonferenz

Die Brennstofftagung (Fuel-Conference) der Weltkraftkonferenz London 1928

Auf der Baseler Teilkonferenz 1926 wurde beschlossen, den Brennstoffen als Grundlagen der Energieversorgung eine Teilkonferenz zu widmen, die vom 24. September bis 6. Oktober 1928 unter dem Ehrenvorsitz des Earl of Balfour und dem Vorsitz von Sir Alfred Mond in London stattfinden wird.

Nach vorbereitenden Besprechungen der deutschen Delegierten (Prof. Dr.-Ing. Matschoß, Dipl.-Ing. zur Nedden und Dr.-Ing. Passavant) im September 1927 mit den Vertretern von 25 Ländern in Como ist sich das Deutsche Nationale Komitee in mehreren Sitzungen über die Beteiligung Deutschlands an dieser Brennstofftagung schlüssig geworden.

Das Programm der Brennstofftagung gliedert sich in fünf Klassen: Feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe, Verwendung der Brennstoffe und Allgemeines. Jede Klasse ist in sich wieder in entsprechende Untergruppen eingeteilt, wie Zusammensetzung, Klassifikation, Prüfung, Erzeugung und Aufbereitung, Lagerung, Behandlung, Beförderung, Ausnutzung der Brennstoffe und Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Die allgemeine Abteilung befaßt sich mit der Ausbildung von Energie-Fachmännern, den für wirtschaftlichste Ausnutzung der Brennstoffe bestehenden Organisationen und der wirtschaftlichen Zusammenarbeit im Brennstoffverbrauch.

Auf Grund der bei früheren Konferenzen gesammelten Erfahrungen hat die Konferenzleitung beschlossen, die Beiträge (von höchstens 7500 Worten Umfang) nicht selbst vortragen, sondern durch Generalberichterstatter zusammenfassen zu lassen, um eine straffe und wertvolle Aussprache herbeizuführen. Die Beiträge werden in der gewählten Sprache (Deutsch, Englisch oder Französisch) mit kurzen Zusammenfassungen in den beiden andern Sprachen vor Konferenzbeginn gedruckt und mit den Aussprachen nach Konferenzschluß gesammelt herausgegeben. Das Sammelwerk ist in Deutschland durch die VDI-Buchhandlung zu beziehen.

Wichtig und für solche internationale Veranstaltungen sehr zweckmäßig ist die Bestimmung, daß für jeden Beitrag eine oder mehrere Fachorganisationen die „Patenschaft“ übernehmen und den oder die Verfasser auswählen. Dementsprechend sind von Deutschland die folgenden Beiträge vorgesehen[1]):

1. Dr.-Ing. Rummel, Die wärmetechnische Bewertung und Überwachung von Kokereien unter besonderer Berücksichtigung der Garantien und Abnahmeversuche (Kokereiausschuß des Bergbauvereins Essen);
2. Dr. Heinze, Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Kohlenveredlung in Deutschland (Verein deutscher Chemiker in Fühlung mit dem Stein- und Braunkohlenbergbau);
3. Bleibtreu, Stand der Kohlenstaubforschung Deutschland (Kohlenstaubausschuß des Reichskohle rates);
4. Dr. Keppeler, Torfveredlung (Reichsverband d Torfwirtschaft);
5. Dr. Wa. Ostwald, Anforderungen des Kraftfah und Flugzeugwesens an die flüssigen Brennsto (Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft, Wisse schaftliche Gesellschaft für Luftfahrt und Reichsve band der Deutschen Automobil-Industrie);
6. Befriedigung dieser Anforderungen durch die heuti Ölindustrie (Benzol-Verband);
7. Dr.-Ing. Riehm, Stand der Verwendung von Schwe ölen in schnellaufenden Fahrzeugmotoren (Motore verband);
8. Ludwig, Gesichtspunkte für die Verwendung v Gasgerät (Deutscher Verein von Gas- und Wasse fachmännern);
9. Dr. Bunte, Der gegenwärtige Stand der Brennsto untersuchung für die Gasindustrie (Deutscher Vere von Gas- und Wasserfachmännern);
10. Dr. Bertelsmann, Die für die Verbrennung b stimmenden Eigenschaften der Gase (Deutscher Vere von Gas- und Wasserfachmännern);
11. Baum, Technische Probleme der Gasfernleitu (Verein deutscher Ingenieure);
12. Elvers, Gesichtspunkte für die wirtschaftliche B wertung der Kalorie in Gas- oder fester Form (De scher Verein von Gas- und Wasserfachmännern);
13. Harprecht und Mitarbeiter, Zusammenfassen Brennstoffwirtschaft der Reichsbahn (Deutsche Reic bahn-Gesellschaft);
14. Dr.-Ing. Rosin, Kupplungsmöglichkeiten zwisch Kohlenveredlung und Elektrizitätserzeugung (Verei gung der Elektrizitätswerke, Deutscher Braunkohle Industrie-Verein);
15. zur Nedden, Übersicht über die Organisationen z Förderung der Wärme- und Energiewirtschaft Deutschland (Sachverständigenausschuß des Reic kohlenrats für Brennstoffverwendung).

[1]) Abänderung im Wortlaut der Themen und in Einzelheiten der hier wiedergegebenen Liste bleiben vorbehalten. Die in Klammern beigefügten Organisationen haben die Patenschaft übernommen.

Es steht zu hoffen, daß Deutschland auch bei die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz mit Ehren internationalen Wettstreit der technisch-wirtschaftlic Sachverständigen bestehen und im Austausch wertvolle A regungen von den ausländischen Fachgenossen, Staa männern und Wirtschaftsführern empfangen wird.

Nachdem die erste Vollkonferenz und die ihr folgend Teilkonferenzen die Fragen der Energieversorgung v nehmlich von der Seite der Krafterzeugung her b handelt haben, ist beabsichtigt, sie auf der zweiten Vo konferenz im Jahre 1930 auf Anregung der Deutschen De gierten vor allem unter den Gesichtspunkten der Verte lung und des Verbrauchs der Energie zu beleucht Deutschland hat besondere Veranlassung, für diese zwe Vollkonferenz den denkbar größten Erfolg anzustreb denn es ist ihm die Ehre zuteil geworden, daß die We kraftkonferenz 1930 in Berlin stattfinden wird. [N 1182]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 | SONNABEND, 11. FEBRUAR 1928 | Nr. 6

Selbstreglung, ein neues Gesetz der Regeltechnik

Von Th. Stein, Berlin

Viele Vorgänge neigen dazu, sich von selbst zu regeln und die Wirkung der künstlichen Regler zu unterstützen. — Einfluß dieser Erscheinung auf Regler von Dampfdrücken, Feuerungen, Wasserständen und Gleichdruckspeichern sowie auf mittelbar geschaltete Regler von Ruthsspeichern und Anzapfdampf-Vorwärmern. Die Ergebnisse sind durch eingerückte Leitsätze hervorgehoben und in Tafeln und Kurvenscharen dargestellt. — Allgemeine Betrachtung der Verzögerungen durch das Speichervermögen einer Anlage und träge Kraftgetriebe; selbstregelnde und freie Puffer.

Vor Jahren war es die schwierigste Aufgabe der Reglertheorie, alle Einflüsse zu erfassen, die den Verlauf der Regelvorgänge ungünstig beeinflussen. Die Masse der Regler, ihre Unempfindlichkeit und ihr toter Gang sind seitdem bei vielen Bauarten auf belanglose Größen herabgesetzt worden. Mit solchen Reglern macht man aber bei neueren Regelaufgaben die Erfahrung, daß die Vorgänge in Wirklichkeit wesentlich günstiger verlaufen, als sich aus der bisherigen Theorie ergibt. So wird z. B. in vielen Fällen die Rückführung entbehrlich, die bisher als notwendiges Zubehör jeder Steuerung mit Hilfskraft gegolten hat; abgesehen von der Vereinfachung der Bauart hat das den Vorteil, daß im Beharrungszustand jede Ungleichförmigkeit entfällt, die Reglung wird vollkommen genau, man kann mehrere Regler leichter aufeinander abstimmen und den Regler durch das Verhältnis der Mengen zweier Mittel beeinflussen, ohne daß das geregelte Mengenverhältnis durch Ungleichförmigkeiten des Reglers verändert wird.

Die Erfahrung lehrt ferner, daß die gleichen Regler, die in der gleichen Schaltung in mehreren Anlagen gut arbeiten, in anderen Anlagen oder auch schon bei veränderten Belastungsverhältnissen vollkommen versagen können. Aus der Beschäftigung mit neueren Dampfanlagen, in denen sich der selbsttätige Betrieb immer mehr einführt, entstand deshalb das Bedürfnis, die Theorie der Regelvorgänge mit der Wirklichkeit in Übereinstimmung zu bringen, um noch vor der Ausführung nachprüfen zu können, ob eine gewählte Anordnung brauchbar ist und durch welche Mittel sie sich verbessern läßt.

Mit Bezug auf die Reglung von Drücken ist schon bekannt[1]), daß Veränderungen im Druckabfall, die vorübergehend in einer Rohrleitung entstehen, wenn sich die Strömungsmenge ändert, die Regelvorgänge unterstützen. Damit lassen sich aber nicht alle beobachteten Erscheinungen erklären; es stellt sich heraus, daß dies der Sonderfall eines Gesetzes der Selbstreglung ist, das für alle Regelvorgänge Geltung hat.

In einer beliebigen Anlage (Dampfbetrieb, Kraftnetz, Speisewasserversorgung) ohne irgendwelche Regelvorrichtungen treten bei einer Änderung des Gleichgewichts fast immer Gegenwirkungen auf, die bestrebt sind, diese Änderung des Gleichgewichts zum Stillstand zu bringen. Entnimmt man z. B. einem Rohrleitungsnetz mehr Dampf, so sinkt der Druck in diesem Netz; infolgedessen entnehmen die übrigen Verbraucher, die an das Netz angeschlossen sind, weniger Dampf, und die Drucksenkung kann ohne Eingreifen eines Reglers zum Stillstand kommen, wenn die Änderung der Entnahmemenge nicht zu groß war. Führt man einer Kraftmaschine mehr Dampf oder Brennstoff zu, so steigt ihre Drehzahl, die angeschlossenen Verbraucher nehmen mehr Leistung ab, und es stellt sich von selbst Beharrungszustand mit höherer Drehzahl ein; das würde gestatten, die Kraftmaschine ganz ohne Regler zu betreiben, wenn diese Drehzahl für Verbraucher und Maschine zulässig wäre. Ebenso stellt sich in einem Wasserbehälter mit unveränderlichem Auslaß von selbst ein neuer Beharrungszustand mit geändertem Wasserspiegel ein, wenn man die Zulaufmenge verändert.

Von dieser Selbstreglung macht man oft Gebrauch, wenn die Änderungen des Zustandes ohne Bedeutung sind. So beschränkt man sich bei Dampfturbinen darauf, die erste Stufe zu regeln, und überläßt es der Selbstreglung der Drücke, die Mengen in den folgenden Stufen zu verändern. In Brikettfabriken ist es üblich, die Steuerung der Gegendruckmaschinen mittels eines Reglers je nach dem Kraftbedarf zu verstellen; der Gegendruck stellt sich dann von selbst so ein, wie der Maschinenabdampf von den Trocknern verbraucht wird. Das Verfahren ist allerdings unwirtschaftlich[2]).

Viele Anlagen könnten also auch ohne Regler arbeiten; die dort vorhandenen Regler dienen nur dazu, die Änderungen des Zustandes (der Drehzahl, der Drücke, der Höhe des Wasserspiegels) bei allen Belastungen auf zulässige Werte zu begrenzen, die bei reiner Selbstreglung wesentlich überschritten werden würden, wodurch die Betriebseinrichtungen gefährdet oder Menge und Güte der erzeugten Ware herabgesetzt werden können. Aber auch bei Vorhandensein von Reglern treten vorübergehende Änderungen auf; infolgedessen kommt die Selbstreglung zur Wirkung und unterstützt den Regelvorgang. Man kann diese Vorgänge rechnerisch erfassen, wenn man neben den Mengenänderungen, die durch die Regler eingeleitet werden, auch die Mengenänderungen berücksichtigt, die auf die Selbstreglung zurückzuführen sind.

Grundlagen der Selbstreglung

Maßgebend für die Selbstreglung ist die Änderung der Menge (der Strömungsmenge, der Leistung), die bei einer Änderung des Zustandes (des Druckes, der Drehzahl) eintritt. Für ein Kraftnetz kann man z. B. annehmen, daß sich die Leistung, die die angeschlossenen Verbraucher aufnehmen, mit der Drehzahl der Kraftmaschine annähernd verhältnisgleich ändert. Diese Drehzahl sei n, die Leistung im Beharrungszustand L_0. Bei einer kleinen Steigerung der Drehzahl um $\varDelta n$ nimmt die aufgenommene Leistung um $\varDelta L$ zu, und es ist

$$\frac{\varDelta L}{L_0} = \frac{\varDelta n}{n}.$$

Die Abweichung der Leistung ζ_e infolge der Selbstreglung bezieht man auf die Volleistung L_n der Maschine und bezeichnet als Belastungsgrad im Beharrungszustande

$$z_e = L_0 : L_n .$$

Dann ist

$$\zeta_e = \frac{\varDelta L}{L_n} = z_e \frac{\varDelta L}{L_0} = z_e \frac{\varDelta n}{n} = z_e \varphi ,$$

worin

ζ_e verhältnismäßige Änderung der Leistung,
φ verhältnismäßige Änderung der Drehzahl,
z_e Belastungsgrad im Beharrungszustand.

---

[1]) Vergl. Stein, Reglung und Ausgleich in Dampfanlagen, Berlin 1926, S. 89.

[2]) Vergl. Stein, a. a. O. S. 8.

Abb. 1 Allgemeines Schaltbild einer Dampfanlage.

a_1 Vorgeschaltete Gegendruck-turbine
a_2 Drosselventil
b_1 Kocher
b_2 Gegendruck-maschine
b_3 Kondensations-turbine
φ Druckänderung
ζ_e Mengenänderung
δ_{st} Druckgefälle

Auf den Zufluß von Dampf zu einer Dampfturbine hat die Drehzahl (vor dem Eingreifen des Reglers) keinen Einfluß; bei einer Kolbendampfmaschine ist dagegen der Zufluß von Dampf der Drehzahl verhältnisgleich, dies sei aber hier vernachlässigt.

In einer Dampfanlage, deren allgemeines Schaltbild Abb. 1 zeigt, strömen z. B. dem 10 at-Netz über die vorgeschaltete Maschine a_1 und das Ventil a_2 gewisse Dampfmengen zu und im Beharrungszustand von diesem Netz zu den Verbrauchern b_1 bis b_3 die gleichen Dampfmengen ab. Ändert sich der Druck in diesem Netz um φ, so ändern sich Teile dieser Mengen um ζ_e. Die Beziehung

$$\zeta_e = z_e\, e\, \varphi$$

läßt sich für verschiedene Fälle durch die Konstante e der Selbstreglung, Zusammenstellung 1, festlegen. Ändert sich bei Änderung des Druckes um $\varphi = 1$ vH die Menge ζ_e um 3 vH, dann ist $e = 3:1 = 3$. Bei Kondensationsturbinen und reinen Curtis-Gegendruckturbinen ist die Dampfmenge dem Anfangsdruck verhältnisgleich und daher wie bei der Drehzahländerung $e = 1$. Bei Änderungen des Gegendruckes ändert sich die Dampfmenge überhaupt nicht, wenn die Hochdruckmaschine a_1 in Abb. 1 eine reine Curtis-Turbine ist oder das Drosselventil a_2 mit überkritischem Gefälle arbeitet, ebenso auch nicht, wenn bei geringer Leistung in der Regelstufe einer mehrstufigen Gegendruckturbine kritisches Gefälle herrscht. Die Konstante der Selbstreglung ist dann $e = 0$, man kann sich also auf die Selbstreglung des zuströmenden Dampfes nicht verlassen.

Bedeutend höhere Werte nimmt die Konstante e an, wenn nur kleine Gefälle δ_{st} zu drosseln sind. (Nur die Zunahme des Volumens durch die starke Entspannung bei großem Druckgefälle begrenzt die strömenden Mengen auf den „kritischen" Wert.) Mit kleinem Gefälle hat man es in der Regel bei Kochanlagen, vor allem aber beim Regeln von Luft- oder Rauchgasmengen von Feuerungen zu tun. Strömende Menge G und Druckabfall Δp stehen dann annähernd in quadratischem Verhältnis:

$$\left(\frac{G}{G_0}\right)^2 = \frac{\Delta p}{\Delta p_{st}}$$

(Δp_{st} = Druckgefäll im Beharrungszustand),
wobei G_0 die im Beharrungszustand strömende Menge b deutet. Die Beziehung zwischen Mengenänderung u Druckänderung lautet

$$\frac{2\, G\, \mathrm{d}\, G}{G_0^2} = \frac{\mathrm{d}\, p}{\Delta p_{st}}.$$

Für G wird der Wert im Beharrungszustand G_0 ei gesetzt. Die verhältnismäßige Mengenänderung G_e i $\mathrm{d}\, G : G_n$, wobei G_n die bei Vollast strömende Menge b deutet; also ist $z_e = G_0 : G_n$ die Belastung. Ferner i $\varphi = \mathrm{d}\, p : p$ die verhältnismäßige Druckänderung u $\delta_{st} = \Delta p_{st} : p$ das Stufengefälle. Dann ist

$$\zeta_e = \frac{G_0}{2\, G_n} \frac{\frac{\mathrm{d}\, p}{p}}{\frac{\Delta p_{st}}{p}} = \frac{z_e}{2\, \delta_{st}} \varphi,$$

$$\zeta_e = z_e\, e\, \varphi,$$

$$e = \frac{1}{2\, \delta_{st}}.$$

Dies stimmt mit den Grenzwerten der Zusammenste lung 1 überein. Den Näherungsformeln für Zwischenwer sind der Kreis von Bendemann[3]) bei veränderliche Gegendruck und parabelförmiger Verlauf der ströme den Menge bei veränderlichem Anfangsdruck zugrun gelegt; für das kritische Druckgefäll ist rd. 0,5 eingeset

Für einen Heizdampfverbraucher kommt als kleinst Druckgefälle etwa $\delta_{st} = 0{,}2$ (z. B. von 10 auf 8 at abs) Betracht, so daß die Konstante auf $e = 2{,}5$ anwachsen kan Beim Drosseln von Luft- und Rauchgasmengen in Feueru gen hat Δp_{st} die Größenordnung von 10 mm W.-S., al ist $\delta_{st} = 1/1000$ und $e = 500$.

	Kraftmaschine		Heizdampf-verbraucher	Rauchgas-klappe
Änderung von	Drehzahl	Dampfdruck		Unterdruck
e etwa	1	1	1 bis 2,5	500

Alle Formeln der Mengenänderung ζ_e haben als Fa tor den Belastungsgrad z_e; der Einfluß der Selbstreglu vermindert sich also bei sinkender Belastung der Anlag und das ist häufig der Grund für das Versagen der Regl bei bestimmten Belastungen.

Als Sonderfall der Selbstreglung ist anzusehen, daß d Änderungen des Druckabfalls in Rohrleitungen bei jed Änderung der strömenden Menge ebenfalls den Regelvo gang unterstützen. Nimmt z. B. die strömende Menge z so erhöht sich der Druckabfall: Bei unveränderliche Druck an der Abflußstelle hat infolgedessen der Dru an der Zuflußstelle das Bestreben, zu steigen, w den Zufluß durch die speisenden Querschnitte verminde

[3]) Vergl. Stodola, Dampf- und Gasturbinen, Berlin 1924, S. 91

Zusammenstellung 1
Konstanten e der Selbstreglung.
Eine Druckänderung φ erzeugt eine Mengenänderung ζ_e nach $\zeta_e = z_e\, e\, \varphi$.

ζ_e tritt auf bei Strömung durch		Konstante e bei Änderung von Anfangsdruck	Gegendruck
Drosselventil (oder Rauchgasklappe)	Größter Wert entsteht bei kleinem Stufengefälle	$\frac{1}{2\,\delta_{st}}$	$\frac{1}{2\,\delta_{st}}$
	sinkt bei überkritischem Gefälle auf den Wert . .	1	0
Gegendruckturbine	Näherungsformel für $\delta_{st} = 0$ bis 0,5	$\frac{1}{2\,\delta_{st}}$	$\frac{2\,(1-\delta_{st})\,(1-2\,\delta_{st})}{1-(1-2\,\delta_{st})^2}$
Vielstufige Turbine mit Drosselreglung	Größter Wert bei großer Leistung	$\frac{1}{2\,\delta_{st}}$	$\frac{1}{2\,\delta_{st}}$
	sinkt bei kleiner Leistung auf	1	0
Reines Curtisrad	bei allen Leistungen	1	0
Kondensationsturbine	„ „ „	1	—

$$\text{Belastung } z_e = \frac{\text{Durch Ventil oder Turbine im Beharrungszustand strömende Menge}}{\text{Größte Strömungsmenge}}$$

$$\delta_{st} = \frac{\text{In Ventil oder Turbine verarbeitetes Druckgefälle}}{\text{Absoluter Anfangsdruck}}$$

Abb. 2 Geschwindigkeitsregler.
T_a Massenanlaufzeit der Maschine
φ Änderung der Drehzahl

Abb. 3 Dampfdruckregler.
Anlaufzeit des Dampfnetzes
Änderung des Dampfdruckes

Abb. 4 Zugregler.
Anlaufzeit des Rauchgasraumes
Änderung des Gasdruckes

δ_n größter Druckabfall
T_s Schlußzeit des Kraftgetriebes
δ Ungleichförmigkeitsgrad des Reglers
μ Änderung der Menge infolge Hubänderung

nd auf die Zuflußregler im Sinne des Schließens wirkt; mgekehrt sinkt bei unveränderlichem Druck an der Zuußstelle der Druck an der Abflußstelle, der Abfluß (z. B. u Verbrauchern) vermindert sich und die Überströmventile aben das Bestreben, sich zu schließen.

Alle diese Einflüsse haben zur Folge, daß die ströende Menge abnimmt, was der ursprünglichen Zunahme ntgegenwirkt. Die Selbstreglung wird hier durch den veränderlichen Widerstand innerhalb des speichernden Puffers Rohrleitung) und nicht durch veränderliches Gefälle herorgerufen, das die geregelten Ventile verarbeiten. Der ruckabfall hat bei der Vollastmenge G_n den größten Wert δ_n, er sinkt bei kleiner Belastung auf null. Die Beiehungen zwischen Druckabfall Δp und Menge G lauten:

$$\frac{\Delta p}{\Delta p_n} = \left(\frac{G}{G_n}\right)^2, \quad \frac{\mathrm{d}\,\Delta p}{\Delta p_n} = \frac{2\,G\,\mathrm{d}\,G}{G_n^{\,2}}$$

$$\Delta \varphi = 2\,\frac{G_0}{G_n}\,\frac{\Delta p_n}{p}\,\frac{\mathrm{d}\,G}{G_n} = 2\,z\,\delta_n\,\zeta\,;$$

$\Delta\varphi$ verhältnismäßige Änderung des Druckabfalls,
ζ verhältnismäßige Änderung der Menge,
δ_n verhältnismäßiger Druckabfall bei Vollast,
z Belastungsgrad des Ventils.

Einzelregler

Das Zusammenwirken von künstlicher Reglung und elbstreglung werde für einen Einzelregler abgeleitet, der raftgetriebe mit Rückführung hat. Dabei kann es sich um nen Geschwindigkeitsregler, Abb. 2, handeln, der den ufluß zu einer Kraftmaschine beherrscht und beim Öffnen e Schwungmasse der Maschine beschleunigt, oder um einen ruckregler, Abb. 3 und 4, der den Zufluß zu einem Dampfler Gasraum steuert. Der Zustand (der Druck oder e Drehzahl) des Puffers (Raum, Schwungmasse) sei φ, er Regler werde durch einen Zustand φ_0 beeinflußt. Beim ruckregler und Zugregler unterscheiden sich die Werte und φ_0 durch einen zwischenliegenden Druckabfall, er sich mit der Strömungsmenge ζ ändert:

$$\varphi_0 - \varphi = 2\,z\,\delta_n\,\zeta.$$

er Regler vergrößert den Hub μ des Kraftgetriebes und mit die Durchflußmenge bei Abnahme von φ_0 (des ruckes, der Geschwindigkeit); die Bewegungsgleichung s Kraftgetriebes lautet dann

$$T_s\,\mu' + r\,\mu = -\frac{\varphi_0}{\delta}\,;$$ [4]

T_s = Schlußzeit des Kraftgetriebes,
$r = 1$ für Regler mit Rückführung,
$r = 0$ für Regler ohne Rückführung,
δ = Ungleichförmigkeit des Reglers.

Dabei steigert sich der Zustand φ des Puffers, was folge der Selbstreglung den Abfluß verändert:

$$\zeta_{e_2} = z_{e_2}\,e_2\,\varphi\,.$$

[4] Vergl. Stein, a. a. O., S. 221.

Außerdem ergibt sich neben der Änderung μ, die durch die künstliche Reglung entsteht, eine weitere Änderung im Zufluß infolge der Selbstreglung:

$$\zeta_{e_1} = -\,z_{e_1}\,e_1\,\varphi\,.$$

Der Puffer (Raum, Schwungmasse) mit der Anlaufzeit T_a wird durch die künstlich geregelte Menge μ aufgeladen, aber — was bisher unberücksichtigt blieb — infolge der Selbstreglung auch durch die Menge ζ_{e1} aufgeladen und durch die Menge ζ_{e2} entladen. Die Änderung des Ladezustandes beträgt also

$$T_a\,\varphi' = \mu + \zeta_{e_1} - \zeta_{e_2}\,.$$

Aus diesen Gleichungen folgt, wenn man Glieder kleinerer Ordnung wegläßt, die kennzeichnende Gleichung des Regelvorganges

$$w^2 + \left[r + \frac{2\,z\,\delta_n}{\delta} + (z_{e_1}\,e_1 + z_{e_2}\,e_2)\,\frac{T_s}{T_a}\right]\frac{1}{T_s}\,w + \frac{1}{T_s\,T_a}\left(r\,z_{e_1}\,e_1 + r\,z_{e_2}\,e_2 + \frac{2\,z\,\delta_n\,z_{e_2}\,e_2}{\delta} + \frac{1}{\delta}\right) = 0.$$

Nur die Dämpfungszahl

$$\left[\underset{\substack{\uparrow\\ \text{Rückführung}}}{r} + \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Strömungs-}}}{\frac{2\,z\,\delta_n}{\delta}} + (\underset{\substack{\uparrow\\ \text{Zufluß-}}}{z_{e_1}}\,e_1 + \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Abfluß-}}}{z_{e_2}}\,e_2)\,\frac{T_s}{T_a}\right]\frac{1}{2\,T_s}$$

Selbstreglung

ist von Belang; sie muß möglichst groß sein, damit die Änderungen schnell abklingen.

Ergebnisse

Geschwindigkeitsregler, Abb. 2. Die Zufluß-Selbstreglung ist bei Dampfturbinen null, die Konstante für Abfluß-(Verbraucher-)Selbstreglung $e = 1$, ein Druckabfall δ_n kommt nicht in Betracht:

Rückführung . . . . $r = 1$,
Konstante . . . . $e_2 = 1$,
Belastung der Maschine . . . $z_{e_2} = z$,

$$\text{Dämpfungszahl:}\quad \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Rück-}\\ \text{führung}}}{1} + \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Selbst-}\\ \text{reglung}}}{z\,\frac{T_s}{T_a}},$$

T_s Schlußzeit der Steuerung (etwa 2 s),
T_a Anlaufzeit der Maschine (10 bis 20 s).

Da die Anlaufzeit der Maschine viel größer ist als die Schlußzeit des Reglers, so vollziehen sich die Änderungen der Drehzahl so langsam, daß die Selbstreglung zu spät kommt, um den Regelvorgang zu unterstützen. Die Dämpfungszahl nimmt selbst bei Vollast ($z = 1$) nur um $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ zu, die Selbstreglung ist also ohne Einfluß.

Dampfdruckregler, Abb. 3. Die Zufluß-Selbstreglung ist bei großem Gefälle meist $e_1 = 0$, Zusammenstellung 1, für den Abfluß ist $e_2 = 1$ bis 2,5, der Druckabfall δ_n hat im allgemeinen gleiche Größenordnung wie die Ungleichförmigkeit δ, die Anlaufzeit (Dauer des Durchströmens der ganzen Rohrleitung bei voller Öffnung des Ventils) ist im allgemeinen von gleicher Größenordnung wie die Schlußzeit (2 s):

$$r = 1,\quad z_{e_1} = 0,\quad T_s \sim T_a,\quad \delta_n \sim \delta.$$

$$\underset{\substack{\uparrow\\ \text{Rückführung}}}{1} + \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Verbraucher-}}}{(1 \text{ bis } 2{,}5)\,z_e} + \underset{\substack{\uparrow\\ \text{Strömungs-}}}{2\,z}$$

Selbstreglung

$$z_e = \frac{\text{Dampfverbrauch des Netzes}}{\text{Vollastmenge des gesteuerten Ventils}}$$

z = Belastungsgrad des gesteuerten Ventils.

Der Einfluß der Selbstreglung hat ähnliche Größenordnung wie die Rückführung; er sinkt aber bei Teillasten.

Gegendruckmaschinen verbrauchen meist im Leerlauf 15 vH, die Rückführung ihres Druckreglers kann deshalb bei nicht zu plötzlichen Änderungen der Belastung fortfallen, da die Dampfmenge nie auf null zurückgeht.

Abb. 5 Abb. 6 Abb. 7

Abb. 5 Zuflußregler eines Mischvorwärm mit eingebauten Siebtellern.

Abb. 6 Kurbeltrieb zwischen Schwimmer u Speiseventil für Mischvorwärme

Abb. 7 Vorwärmer. Die niedergeschlagene Dampfmeng erwärmt die Wassermenge W um

S p i t z e n - Drosselventile, die mit Gegendruckmaschinen parallel arbeiten, brauchen auch bei kleiner durchströmender Menge keine Rückführung. Der Einfluß der Strömung verschwindet zwar ($z = 0$), die Selbstreglung der Verbraucher, die von der parallel laufenden Gegendruckmaschine gespeist werden, wirkt aber dämpfend ($z_e > 0$). Nur dadurch erklärt sich das vielfach beobachtete günstige Verhalten von Spitzen-Drosselventilen ohne Rückführung bei kleiner Öffnung.

Drosselventile ohne Rückführung, die a l l e i n ein Dampfnetz versorgen, neigen bei der Reglung auf sehr kleine Dampfmengen zum Pendeln ($z_e = z \sim 0$).

Handelt es sich dagegen um Reglung eines Netzes, an das ein Wasserraum mit großer Anlaufzeit (etwa $T_a =$ 500 s) angeschlossen ist, dann verschwindet die Selbstreglung der Verbraucher ($T_s : T_a = 1/250$), und es wirkt nur der Einfluß der Strömung.

Bei der Druckreglung eines Dampfnetzes, das an Kessel angeschlossen ist, braucht man nur dann eine Rückführung, wenn die Kessel zeitweise mit sehr kleiner Last betrieben werden, so daß der Druckabfall des Überhitzers nahezu verschwindet.

Ersetzt man den Wasserraum von Niederdruckkesseln durch Regelspeicher, die abwechselnd Dampf aufnehmen und abgeben, so braucht der Druckregler dieses Dampfnetzes eine Rückführung, da beim Übergang vom Lade- zum Entladebetrieb der Druckabfall verschwindet.

Z u g r e g l e r f ü r F e u e r u n g e n, Abb. 4. Für einen Regler, der den Luftzutritt zum Rost nach dem Unterdruck im Feuerraum einstellt, betrage das Stufengefälle zwischen Außenluft und Feuerraum über dem Rost 5 mm W.-S., der Schornsteinzug 25 mm W.-S., also das Gefälle Feuerraum–Schornstein 20 mm W.-S. Bei einer Änderung φ des Feuerraumdruckes leitet die gesteuerte Luftklappe eine Zuflußreglung ($\delta_{st_1} = 5$ mm W.-S./10 000 $= 1/2000$; nach Zusammenstellung 1 ist $e_1 = 2/\delta_{st_1} = 1000$) und eine Abflußreglung über Kesselzüge und Rauchgasklappe nach dem **Schornstein** ($\delta_{st_2} = 20$ mm W.-S./10 000 $= 1/500$; $e_2 =$ 250) ein. Der Druckabfall zwischen der Entnahmestelle des Regeldruckes und dem Feuerraum hat die gleiche Größenordnung wie die Ungleichförmigkeit δ des Reglers. Die Anlaufzeit, d. h. die Zeit, in der die Vollast-Rauchgasmenge durch den Feuerraum strömt, hat die Größenordnung von 4 s, die Schlußzeit T_s hat gewöhnlich mindestens den gleichen Wert:

$$r = 1, \quad e_1 = 1000, \quad e_2 = 250, \quad \delta_n \sim \delta, \quad T_s \sim T_a,$$

$$z_e = z = \text{Belastung des Kessels.}$$

$$\underset{\text{Rückführung}}{1} + \underbrace{(\underset{\text{Zufluß-}}{1000} + \underset{\text{Abfluß-}}{250})\,z + \underset{\text{Strömungs-}}{2\,z}}_{\text{Selbstreglung}}$$

Die Selbstreglung durch Zufluß und Abfluß beherrscht den Vorgang. Auch bei sehr kleiner Belastung, $z = 0{,}1$, die praktisch nicht in Betracht kommt, wirkt diese Selbstreglung 125 mal stärker als eine Rückführung; die Änderung des Strömungsdruckunterschiedes ist dabei ganz belanglos.

Durch den überwiegenden Einfluß der Selbstreglung verlaufen auch die Regelvorgänge ungewöhnlich. Die größte Änderung der Drehzahl einer Kraftmaschine bei plötz Änderung der Belastung läßt sich begrenzen, indem für kurze Schlußzeiten sorgt; der Regler greift dann s genug ein, um übermäßige Änderungen der Drehza verhindern. Wird dagegen eine Luft- oder Rauchgask plötzlich verstellt, so ändert sich infolge der Selbstre der Druckverlauf längs der ganzen Strömung vom zutritt bis zum Schornstein; wie sich rechnerisch weisen läßt, ist dieser Vorgang in weniger als $1/10$ geschlossen, also ehe der Regler eingreift. Der Regler deshalb die größte vorübergehende Druckänderung begrenzen, sondern bei kurzer Schlußzeit nur dafür s daß die Änderung schnell abklingt. Die Druckände wird kleiner, wenn man die Änderung der Belastun folge langer Schlußzeit des Belastungsreglers langs auf die Rauchgasströmung wirken läßt.

Reglung des Wasserstandes von Mischvorwärm

Die Steuerung des Wasser-Zuflußventils eines M vorwärmers T_1, Abb. 5, unter dem Einfluß des W standreglers des nachgeschalteten Sammelbehälters T_0 delte stark. Die Ursache dieser Störungen war, da Wasserinhalt des Vorwärmers T_1 bei einer Verste des Ventils die Änderung des Wasserstandes (φ_0 Sammelbehälter T_0 verzögerte.

Im Mischvorwärmer sind übereinander mehrere mit vielen Bohrungen eingebaut, durch die das W fließt. Die Abflußmenge ζ_1 des obersten Tellers regel selbsttätig nach dem Wasserstand φ_1. Ist G die Au menge, h die Höhe des Wasserstandes, und sind G_n u die entsprechenden Werte bei Vollast, so gilt, da die flußmengen quadratisch mit den Wasserständen zune

$$\left(\frac{G}{G_n}\right)^2 = \frac{h}{h_n}$$

und für die Änderungen d G und d h von Menge und serstand

$$\frac{2\,G\,\mathrm{d}\,G}{G_n^2} = \frac{\mathrm{d}\,h}{h_n};$$

bedeutet $\varphi = \dfrac{\mathrm{d}\,h}{h_n}$ verhältnismäßige Änderung des W star

$\zeta = \dfrac{\mathrm{d}\,G}{G_n}$ verhältnismäßige Änderung der Me

$z = \dfrac{G}{G_n}$ Belastungsgrad,

so gilt für die Selbstreglung der Abflußmengen der Teller

$$\zeta_1 = \frac{\varphi_1}{2\,z}, \qquad \zeta_2 = \frac{\varphi_2}{2\,z}.$$

Die Geschwindigkeit, mit der sich die Wasser ändern, ist dem Unterschied zwischen Zufluß und verhältnisgleich:

$$\frac{T}{2}\,\varphi_1{}' = \mu - \zeta_1; \quad \frac{T}{2}\,\varphi_2{}' = \zeta_1 - \zeta_2; \quad T_0\,\varphi_0{}' = \zeta_2;$$

T Anlaufzeit (Füllzeit) des Vorwärmer-W raumes bei Vollast,

T_0 Anlaufzeit (Füllzeit) des Behälter-Wasser (zwischen höchstem und tiefstem Wasser

Da die Wassermenge, die dem Behälter $T_0^{'}$ zufließt, bei sinkendem Wasserstand im Behälter durch den Regler proportional zur Wasserstandänderung φ_0 vergrößert wird, also die Reglergleichung $\mu = -\varphi_0$ lautet, so ergibt sich als kennzeichnende Gleichung des Regelvorganges

$$z^2 T_0 T^2 w^3 + 2 z T_0 T w^2 + T_0 w + 1 = 0$$

und als Stabilitätsbedingung[5])

$$c_1 c_2 > c_0 c_3 , \quad \frac{T_0}{T} > 0{,}5 \, z , \text{ kritisch für Vollast } (z = 1).$$

Entsprechende Ableitungen ergeben, wenn die Zahl der eingebauten Teller verschieden gewählt wird, an Stelle des Faktors 0,5 folgende Werte:

Zahl der eingebauten Teller	1	2	3	4	5
Faktor	0	0,5	0,75	0,87	0,96

Bei der Reglung des Zuflußventils von Mischvorwärmern mit mehreren übereinanderliegenden Siebtellern muß also die Wassermenge, die dem Unterschied zwischen höchstem und tiefstem Wasserstand im Sammelbehälter entspricht, größer sein als der Wasserinhalt der Vorwärmer bei Vollast. In dem erwähnten Fall verschwanden die Pendelungen, nachdem der Regler auf größere Wasserstandänderungen im Sammelbehälter eingestellt worden war.

Wie die Formel zeigt, sind die Bedingungen der Stabilität besonders bei großer Last ($z = 1$) schwer zu erfüllen. Der Unterschied zwischen höchstem und tiefstem Wasserstand wird deshalb besser ausgenutzt, wenn man nach Abb. 6 den Schwimmer durch einen Kurbeltrieb mit dem Ventil verbindet, so daß bei hoher Last kleine, bei tiefer Last große Verstellungen des Ventils auftreten. Der notwendige Wasserinhalt des Sammelbehälters vermindert sich dann auf die Hälfte.

Gleichdruckspeicher

Im Gleichdruckspeicher wird der Dampfdruck durch Reglung der vorgewärmten Speisewassermenge unverändert erhalten. Das Wasser wird im Speicher selbst oder außerhalb des Speichers vorgewärmt. Zu den Einflüssen, die bei gewöhnlichen Dampfdruckreglern die Rückführung entbehrlich machen, tritt bei der Vorwärmung des Speisewassers eine Selbstreglung hinzu, indem die niedergeschlagene Dampfmenge, die sich unter dem Einfluß der künstlichen Reglung der Speisewassermenge ändert, außerdem

[5]) Vergl. Tolle, Regelung der Kraftmaschinen, Berlin, Julius Springer, S. 766.

Abb. 8
Konstante c zur Bestimmung der Anlaufzeit von Heizflächen.

selbsttätig bei steigendem Vorwärmdruck größer wird. 1 kg der Dampfmenge D, Abb. 7, gibt die Wärmemenge λ ab, wodurch sich die Wassermenge W um t_d erwärmt:

$$D \lambda = W t_d ; \quad \frac{D}{W} = \frac{t_d}{\lambda} .$$

Im Beharrungszustand betrage die Dampfmenge D_0, die Wassermenge W_0 und der Temperaturanstieg t_{d_0}. Während des Regelvorganges ändern sich diese Werte um ΔD, ΔW und Δt_d. Dann ist

$$\frac{D_0 + \Delta D}{W_0 + \Delta W} = \frac{t_{d_0} + t_d}{\lambda} ,$$

$$\frac{D_0}{W_0} \frac{1 + \frac{\Delta D}{D_0}}{1 + \frac{\Delta W}{W_0}} = \frac{t_{d_0}}{\lambda} \left(1 + \frac{\Delta t_d}{t_{d_0}}\right) .$$

Im Beharrungszustand ist die zugeführte Wärme $D_0 \lambda$ der aufgenommenen $W_0 \, t_{d_0}$ gleich, die ersten Faktoren heben sich also auf beiden Seiten der Gleichung auf, und mit Rücksicht auf die kleinen Abweichungen darf man angenähert schreiben

$$\frac{1 + \frac{\Delta D}{D_0}}{1 + \frac{\Delta W}{W_0}} \sim 1 + \frac{\Delta D}{D_0} - \frac{\Delta W}{W_0} = 1 + \frac{\Delta t_d}{t_{d_0}} .$$

Bezieht man die Werte des Beharrungszustandes D_0, W_0 auf die der Vollast, so ist $D_0 = z D_n$, $W_0 = z W_n$, wobei z die Belastung des Vorwärmers bedeutet. Die Anfangstemperatur sei unveränderlich, die Änderungen der Temperaturunterschiede sind also zugleich die Änderungen der Endtemperaturen, $\Delta t_d = \Delta t$:

$$\frac{\Delta D}{z D_n} = \frac{\Delta W}{z W_n} + \frac{\Delta t}{t_{d_0}} .$$

Der Sattdampfdruck im Vorwärmer ändert sich mit der Endtemperatur. Da hier der Druck geregelt wird, so muß man die Änderung der Temperatur Δt des Wassers auf die entsprechende Änderung des Dampfdrucks Δp umrechnen. Eine gute Näherungsformel für die Beziehung zwischen Druck und Temperatur bei Sattdampf lautet

$$t_{0_C} = 100 \sqrt[4]{p} ,$$

worin p den absoluten Druck bedeutet.

Differenziert man auf beiden Seiten, so erhält man die einfache Regel, daß die verhältnismäßigen Änderungen der Temperatur in °C viermal kleiner sind als die Druckänderungen in at abs:

$$\frac{d t}{t} = \frac{1}{4} \frac{d p}{p} ,$$

$$\frac{\Delta t}{t_{d_0}} = \frac{\Delta t}{t} \frac{t}{t_{d_0}} = \frac{1}{4} \frac{\Delta p}{p} \frac{t}{t_{d_0}} .$$

In Wirklichkeit liegt der Vorwärmdruck etwas höher als der Endtemperatur entspricht; man kann aber nachweisen, daß dieses Temperaturgefälle ohne Einfluß bleibt, Δp also zugleich die Änderung des Dampfdruckes im Vorwärmer ist. Mit den Bezeichnungen

ζ verhältnismäßige Änderung der niederzuschlagenden Dampfmenge,

ζ_1 verhältnismäßige Änderung der Wassermenge,

φ verhältnismäßige Änderung des Vorwärmerdrucks,

$\delta_t = \frac{t_{d_0}}{t}$ verhältnismäßige Erwärmung des Wassers im Vorwärmer,

z Belastungsgrad des Vorwärmers,

gilt

$$\zeta = \zeta_1 + z \frac{\varphi}{4 \delta_t} .$$

Die Dampfmenge ändert sich also auch bei gleichbleibendem Wasserzufluß ($\zeta_1 = 0$) selbstregelnd unter dem Einfluß der Änderungen des Dampfdrucks; in der Formel für die Dämpfungszahl, die man genau wie die frühere ableitet, erscheint deshalb ein Glied, das die Selbstreglung der angeschlossenen Dampfverbraucher ergänzt:

$$\left[\underset{\text{Rückführung}}{1} + \frac{T_s}{T_a}\left(\underset{\text{Dampfverbraucher}}{z_e} + \underset{\text{Vorwärmer-}}{z\frac{1}{4\,\delta_t}}\right) + \underset{\text{Kesseldruckabfall}}{2\,z_k\frac{\delta_n}{\delta}}\right]\frac{1}{2\,T_s};$$

(Dampfverbraucher, Vorwärmer-, Kesseldruckabfall: Selbstreglung)

T_s Schlußzeit des gesteuerten Speiseventils,
T_a Anlaufzeit des geregelten Dampfnetzes,
δ_t verhältnismäßige Temperaturänderung des Vorwärmers, z. B. von 120 auf 180, d. h. $\frac{180-120}{180} = 1/3$,
δ_n verhältnismäßige Änderung des Strömungsdruckes im Kesselüberhitzer, (z. B. ¾ at bei 15 at abs = 5 vH),
δ Ungleichförmigkeit des Reglers,
z_e Belastungsgrad der Dampfverbraucher, bezogen auf die größte im Vorwärmer niedergeschlagene Dampfmenge,
z Belastungsgrad (Öffnung) des Speiseventils,
z_k Belastungsgrad des Kessels, bezogen auf Vollast.

Die Anlaufzeit des Dampfraumes ist bei entladenen Gleichdruckspeichern mit veränderlichem Wasserspiegel am längsten (Größenordnung 2 bis 4 s), wenn man das Speisewasser in den Speicher oder in einen Mischvorwärmer einspritzt, der dampfseitig mit dem Speicher zusammenhängt. Bei Oberflächenvorwärmern muß man berücksichtigen, daß auch die Heizfläche alle Schwankungen der Dampftemperatur mitmacht und daß sie infolgedessen das Speichervermögen (Anlaufzeit) des Dampfraumes vergrößert. Diese zusätzliche Anlaufzeit berechnet sich mit Hilfe von Abb. 8 nach $T_a = \frac{c\,s}{B}$, worin

T_a Anlaufzeit der Heizfläche in s,
c Konstante, Abb. 8,
s Wanddicke der Heizfläche in mm,
B niedergeschlagene Dampfmenge in kg, bezogen auf 1 m² Heizfläche bei Vollast.

Beispiel: Sattdampftemperatur 180°, Heizfläche mit Messingrohren $c = 260$, Wanddicke $s = 2$ mm, Belastung $B = 80$ kg m², $T_a = 6{,}5$ s.

Gleichdruckspeicher im Kesselnetz, Abb. 9. Die Anlaufzeit des Kesselwasserraumes überwiegt mit etwa 500 s, dagegen beträgt die Schlußzeit $T_s \sim 2$ s; das Glied mit dem Faktor T_s/T_a in der kennzeichnenden Gleichung des Regelvorganges verschwindet also, und es bleibt neben dem Einfluß der Rückführung nur der des Druckabfalls δ_n im Kesselüberhitzer, der gleiche Größenordnung hat wie die Ungleichförmigkeit δ.

Die Änderung des Druckabfalls zwischen Kessel und Sammelleitung ersetzt die Rückführung, da bei Speicherbetrieb die Kessel praktisch nie mit sehr kleiner Belastung arbeiten ($z_k > 0$).

Dampfnetz ohne Kessel, Abb. 10. Fällt der Kessel mit seinem großen Speichervermögen weg, Abb. 10, so haben Schlußzeit T_s und Anlaufzeit T_a ähnliche Grö ordnung (2 bis 4 s), ein Druckabfall kommt nicht in tracht, $\delta_n = 0$. Die Selbstreglung der Dampfverbrau und des Vorwärmers ergänzen sich in eigenartiger W Bei der höchsten Belastung der Anlage (z_e groß) en sich der Speicher, indem man die Speisewasserzufuhr mindert ($z \sim 0$). Die Verbraucher-Selbstreglung (z_e dann groß, während die Vorwärmer-Selbstreglung (z) schwindet. Dagegen lädt sich bei kleiner Last (z_e der Speicher stark auf (z groß), und es wird, umgek die Vorwärmer-Selbstreglung wirksam.

Die Rückführung ist daher entbehrlich, da bei gr Last die Verbraucher, bei kleiner Last der Vorwä selbstregelnd wirken.

Speicher vom Dampfnetz abgetren Abb. 11. Wird der Speicher durch ein Drosselventil eine Gegendruckmaschine vom Dampfnetz getrennt, Abb so kommt nur die Vorwärmer-Selbstreglung in Betr deren Einfluß bei kleiner Wassermenge ($z \sim 0$, Entl des Speichers) im Vergleich zur Rückführung verschwi

Hier ist also die Rückführung unentbehrlich, v bei kleiner zugeführter Wassermenge ein Pendeln mieden werden soll.

Mittelbare Schaltung mit einem Zwischenregler

Bei einer mittelbaren Schaltung, Abb. 12, muß ein ler T_{s_1} ansprechen, ehe eine Änderung μ_0 der gesteu Menge auf die Regelstelle φ zurückwirkt. Infolge der zögerungen des Puffers T_1 (Inhalt der Rohrleitung) der Schlußzeit T_{s_1} des Zwischenreglers kann der Rege gang unstabil werden. Ist der Druck im Kesselnet regeln, so verläuft der Regelvorgang grundsätzlich schieden, je nachdem zwischen dem Kessel (φ_0) und Sammelleitung (φ) ein selbstregelnder Druckabfall δ_n handen ist oder nicht.

Durch das Ventil T_{s_1} fließt eine Dampfmenge, die frei gemachten Ventilquerschnitt verhältnisgleich ist, Hubänderung μ_1 des Ventils ist also zugleich die Me änderung. Dagegen ändert sich die Durchflußmenge Ventils T_{s_1}, das z. B. einen Ruthsspeicher aufladen bei gleichbleibendem Hub μ_0 mit dem Speicherdruck. wird durch eine Durchflußzahl v berücksichtigt; die Da menge ändert sich also gemäß $v\,\mu_0$.

Die Druckänderung φ_1 im Zwischennetz (Anlau T_1) steigt, wenn der Unterschied zwischen der zufli den Menge μ_1 und der abfließenden $v\,\mu_0$ größer wird:

$$T_1\,\varphi_1' = \mu_1 - v\,\mu_0\,.$$

Der Kesseldruck φ_0 sinkt mit zunehmender Meng T_0 (etwa 500 s) ist die Anlaufzeit des Kesselwasserra die Anlaufzeit des Dampfraumes der Sammelleitung (2 s) kann vernachlässigt werden:

$$T_0\,\varphi_0' = -\mu_1\,.$$

Die Bewegungsgleichungen der Kraftgetriebe unter Einfluß der regelnden Drücke sind

$$T_{s_1}\mu_1' + r_1\,\mu_1 = -\frac{\varphi_1}{\delta_1}, \qquad T_{s_0}\mu_0' + r_0\,\mu_0 = \frac{\varphi}{\delta_0};$$

$r_0, r_1 = 1$ bei Reglern mit Rückführung,
$= 0$ „ „ ohne „ ,
$\delta_0, \delta_1 =$ Ungleichförmigkeitsgrad der Regler.

Abb. 9

Abb. 10

Abb. 11

Abb. 9 bis 11
Reglung von Gleichdruckspeichern.

Abb. 9
Gleichdruckspeicher im Kessel

Abb. 10
Gleichdruckspeicher am Damp ohne Kessel.

Abb. 11
Gleichdruckspeicher vom Damp abgetrennt.

$Z = z$ Belastungsgrad des Speisevent
$Z_e = z_e$ „ „ Verbrauch
$Z_k = z_k$ „ der Kessel
T_a Anlaufzeit bei Druckänderungen
T_s Schlußzeit des gesteuerten Speise

Die Änderung des Druckabfalls im Überhitzer unter dem Einfluß der Strömungsmenge μ_1 ist

$$\varphi_0 - \varphi_1 = 2\,\frac{z_k}{c_0}\,\delta_n\,\mu_1\,;$$

z_k Belastungsgrad der Kessel,
c_0 Gesamtdampfverbrauch der Anlage als Vielfaches der Schluckfähigkeit des Ventils T_{s_1}.

Die übrigen selbstregelnden Einflüsse unterstützen wohl die Rückführungen, aber nur unerheblich und nicht bei allen Belastungsverhältnissen. Ihr Einfluß wird deshalb vernachlässigt. Aus den fünf Beziehungen entsteht folgende Gleichung des Regelvorgangs:

$$\delta_0\,\delta_1\,T_0\,T_1\,T_{s_0}\,T_{s_1}\,w^4 + \delta_0\,\delta_1\,T_0\,T_1\,(r_0\,T_{s_0} + r_1\,T_{s_1})\,w^3 + \delta_0\,T_0\,T_{s_0}\,w^2 + \delta_0\,T_0\left(r_0 + \frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\right)w + v = 0\,.$$

Daraus folgt nach den Formeln von Tolle folgende allgemeine Stabilitätsbedingung für mittelbare Schaltung des Reglers T_{s_0} mit einem Zwischenregler T_{s_1}:

$$\left(r_0 + \frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\right)\left(r_1 - \frac{T_{s_1}}{T_{s_0}}\,\frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\right)\frac{\delta_0\,T_0}{\delta_1\,T_1} > v\left(r_1 + \frac{T_{s_1}}{T_{s_0}}\right)^2;$$

T_0 Anlaufzeit des mittelbar geregelten Netzes, Abb. 12 (für den Wasserraum eines Kessels 500 s),
T_1 Anlaufzeit des Zwischennetzes (im allgemeinen Dampfnetz oder Vorwärmer rd. 3 s),
T_{s_0}, T_{s_1} Schlußzeiten des mittelbar geschalteten Reglers und des Zwischenreglers,
δ_0, δ_1 Ungleichförmigkeitsgrade dieser Regler,
δ_n verhältnismäßige Änderung des Strömungsdrucks bei Vollast (der Kessel),
z_k Belastungsgrad der Kessel, bezogen auf Vollast,
v Durchflußzahl (bei hohem Druckgefälle zu beiden Seiten des Ventils T_{s_0} kann z. B. das 15fache der größten Dampfmenge des Ventils T_{s_1} durchströmen, dann ist $v = 15$),
r_0, r_1 Rückführungen der beiden Regler ($r = 1$), falls Rückführung vorhanden, sonst $r = 0$,
c_0 Gesamtdampfverbrauch als Vielfaches der Schluckfähigkeit des Ventils T_{s_1}.

Regelspeicher ($z_k\,\delta_n = 0$). An das geregelte Dampfnetz ist ein speichernder Wasserraum (Regelspeicher) angeschlossen, der Dampf aufnimmt und abgibt. Der Druckabfall δ_n des Überhitzers (Kessel) fehlt hier, man entnimmt den Regeldruck meist dem Speicher, und außerdem sinkt die Dampfmenge zeitweise auf null, also kann $z_k\,\delta_n = 0$ werden.

Die Stabilitätsbedingung lautet:

$$r_0\,r_1\,\frac{\delta_0\,T_0}{\delta_1\,T_1} > v\left(r_1 + \frac{T_{s_1}}{T_{s_0}}\right)^2.$$

Damit die linke Seite nicht null wird (unstabil), müssen beide Regler Rückführung haben (weder r_0 noch r_1 darf null sein). Da also $r = 1$ ist, erkennt man auf der rechten Seite, daß sich die Verhältnisse nicht entscheidend verbessern, wenn man die Schlußzeit T_{s_0} sehr groß macht. Die Ungleichförmigkeit δ_0 ist im allgemeinen ebenso groß wie δ:

$$\frac{T_0}{T_1} > (\underset{T_{s_0} = \infty}{1} \text{ bis } \underset{T_{s_0} = T_{s_1}}{4})\,v.$$

Da die Veränderlichkeit des Druckunterschiedes zwischen Wasserraum und Regelstelle fehlt, brauchen beide Regler eine Rückführung. Das Regelnetz T_0 muß um ein Vielfaches der Durchflußzahl v größere Anlaufzeit haben als das Zwischennetz; diese Bedingung wird durch lange Schlußzeit T_{s_0} des mittelbar geschalteten Reglers nicht entscheidend verbessert.

Dampfkessel (δ_n vorhanden). Nimmt man hier ebenfalls an, daß die beiden Regler gleiche Schlußzeiten haben ($T_{s_1} = T_{s_0}$), dann hilft der Druckunterschied δ_n nicht, sondern er wirkt schädlich; denn der zweite Faktor der Stabilitätsbedingung links wird negativ (unstabil). Danach müßte man den Regler am Kesselwasserraum anschließen, um den Einfluß des Druckabfalls des Überhitzers unwirksam zu machen. Statt dessen kann man dem unmittelbar geschalteten Regler so lange Schlußzeit geben, daß der zweite Faktor positiv wird; dies ist der Fall, wenn

Abb. 12 Mittelbare Schaltung des Ventils (T_{s0}) mit einem Zwischenregler (T_{s1}).

$$r_1 > \frac{T_{s_1}}{T_{s_0}}\,\frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\,.$$

Der Zwischenregler muß jedenfalls Rückführung haben, $r_1 = 1$; das liefert als erste Stabilitätsbedingung:

$$\frac{T_{s_0}}{T_{s_1}} > 2\,z_k\,v\,\frac{\delta_n}{c_0\,\delta_0}\,,$$

kritisch für Vollast $z = 1$, und größte Durchflußzahl.

Für $\delta_n = \delta$, $z_k = 1$, $c_0 = 1$:

$$\frac{T_{s_0}}{T_{s_1}} > 2\,v\,.$$

Die Bedingung, daß die Schlußzeit T_{s_0} wesentlich größer sein muß als die des Zwischenreglers, genügt aber allein nicht, um die Stabilität zu sichern. Denkt man sich diesen Regler sehr träge ($T_s = \infty$) und ferner $r_1 = 1$, dann wird

$$\left(r_0 + \frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\right)\frac{\delta_0\,T_0}{\delta_1\,T_1} > v\,.$$

Gerade bei den kritischen großen Werten der Durchflußzahl (z. B. $v = 15$) ist das Glied mit δ_n hier wesentlich wirksamer als die Rückführung des mittelbar geschalteten Ventils ($r_0 = 1$), die also wegfallen kann ($r_0 = 0$), und es bleibt als zweite Bedingung

$$\frac{2\,z_k\,v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\,\frac{\delta_0\,T_0}{\delta_1\,T_1} > v \cdot 1$$

$$\frac{2\,z_k\,\delta_n\,T_0}{c_0\,\delta_1\,T_1} > 1\,.$$

Für $z_{k_{\min}} = 0{,}5$, $c_0 = 1$, $\delta_n \sim \delta_1$:

$$\frac{T_0}{T_1} > 1\,.$$

Es genügt hier also, auch wenn v groß ist, den speichernden Wasserraum größer als den Zwischenpuffer zu bemessen, während er ohne den Einfluß des Druckabfalls selbst bei langer Schlußzeit T_{s_0} v mal größer sein müßte. Dagegen braucht man eine $2\,v$ mal größere Schlußzeit T als für den Zwischenregler.

Die Selbstreglung des veränderlichen Druckabfalls macht hier nicht nur die Rückführung entbehrlich, sondern bewirkt auch, daß das große Speichervermögen der Wasserräume durch lange Schlußzeiten des mittelbar geschalteten Reglers ersetzt wird. Hier ist die Anwendung von Steuerungen mit Kraftgetriebe mehr als ein Mittel, um schwere Vorrichtungen durch geringe Regelkräfte zu bewegen; man erreicht vielmehr dadurch mit kleineren speichernden Wasserräumen stabile Regelvorgänge. Im Gegensatz dazu wird der Verlauf von Vorgängen ohne Selbstreglung durch lange Schlußzeiten meist verschlechtert; man bemüht sich dann, durch kurze Schlußzeiten den Verhältnissen des unmittelbaren Reglers (ohne Kraftgetriebe) möglichst nahezukommen.

Zum Regeln des Kesseldrucks braucht also der mittelbar geschaltete Regler keine Rückführung; doch muß seine Schlußzeit $2\,v$- (Durchflußzahl) mal größer sein als die Schlußzeit des Zwischenreglers. Die Anlaufzeit des Kesselwasserraumes muß größer sein als die des Zwischennetzes. [B 800] (Schluß folgt.)

Der Wärmeübergang zwischen Arbeitsmittel und Zylinderwand in Kolbenmaschinen[1]

Bei Kolbenmaschinen hat der Wärmeaustausch zwischen Arbeitsträger und Zylinderwand einen bedeutenden Einfluß auf den Arbeitsvorgang. Seine Größe und Gesetzmäßigkeit hängt hauptsächlich vom Wert der Wärmeübergangszahl für den Wärmeaustausch zwischen Arbeitsmittel und Zylinderwand ab. Obgleich schon Watt die Bedeutung der Wandwirkung für den Dampfmaschinenprozeß klar erkannte, hat man doch erst ein Jahrhundert später begonnen, sie experimentell und theoretisch genauer zu studieren. Sie kann mit der von Hirn und Zeuner eingeführten kalorimetrischen Untersuchung der Dampfmaschine gemessen werden.

Grashof und Kirsch haben zuerst Formeln aufgestellt, mit denen die zwischen Dampf und Wand ausgetauschte Wärme berechnet werden kann. Sie nahmen aber beide an, daß die Oberflächentemperatur der Zylinderwand mit der jeweiligen Dampftemperatur übereinstimme; sie setzten die Wärmeübergangszahl zwischen Wand und Dampf $\alpha = \infty$ und erhielten deshalb für die Wandwirkung zu große Werte. Fliegner hat dann zuerst die Wärmeübergangszahl in die Rechnung eingeführt und erkannt, daß sie während eines Arbeitspieles nicht konstant sein kann. Ein Fortschritt wurde aber erst erzielt, als Donkin und Callendar die Wandtemperaturen bezw. die Wand- und Dampftemperaturen einer Maschine gemessen hatten. Aus dem von beiden gefundenen wichtigen Gesetz, daß die mittlere Wandtemperatur wesentlich höher als die mittlere Dampftemperatur liegt, schließt dann Nadal, daß α während des Kolbenspiels stark veränderlich sein muß. Aus Versuchsergebnissen von Donkin und Hirn berechnet er für die Zeit der Kondensation

$$\alpha_1 = 49\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\,\text{h}\,{}^\circ\text{C}}$$

und für die Zeit des Aufdampfens

$$\alpha_2 = 3600 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\,\text{h}\,{}^\circ\text{C}}.$$

Der zeitliche Verlauf der Übergangszahl wurde zuerst von A. Duchesne gemessen. Er fand sehr starke Schwankungen, den Höchstwert während der Füllung mit 71 000 und den Kleinstwert während der Verdichtung mit 39 kcal/m²h °C. In diesem Jahrhundert wurde nochmals von Heinrich die Wärmeübergangszahl während der Füllung in einer mit Sattdampf arbeitenden Maschine gemessen. Er erhielt

$$\alpha_1 = 49\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\,\text{h}\,{}^\circ\text{C}}.$$

Inzwischen wurde von mir eine Theorie der Oberflächenkondensation für Dampf aufgestellt, die sich ohne Schwierigkeit auf den Wärmeaustausch während der Füllung anwenden läßt. Auf den Heinrichschen Versuch angewandt, ergibt sie $\alpha = 50\,000$, also einen Wert, der ausgezeichnet mit dem versuchsmäßig ermittelten übereinstimmt. Nach meiner Theorie ist

$$\alpha = \frac{\lambda}{y},$$

wobei λ die Wärmeleitzahl des Wassers und y die augenblickliche Dicke der Wasserhaut ist. Da sich während der Füllung Wasser an der Wand niederschlägt, nimmt während der Füllung die Dicke der Wasserhaut zu. Deshalb sinkt auf Grund obiger Formel die Wärmeübergangszahl während der Füllung. Auf die Zeit des Aufdampfens der Wasserhaut läßt sich meine Theorie leider nicht ohne weiteres anwenden.

Versuche mit Heißdampf, bei denen die Wärmeübergangszahl ermittelt wurde, liegen leider nicht vor. Man hat nur ermittelt, daß der indizierte Wirkungsgrad der Dampfmaschine mit der Überhitzung linear zunimmt. Schon mehrere Grade Überhitzung verbessert den indizierten Wirkungsgrad gegenüber dem Sattdampfbetrieb. Dieses wichtige Ergebnis kann man nur dadurch erklären, daß man annimmt, der Wärmeübergang bei der Kondensation von überhitztem Dampf sei kleiner wie der bei der Kondensation von Sattdampf. Aus meiner Theorie folgt, wie Stender gezeigt hat, daß beim Heißdampf nicht weniger, sondern sogar etwas mehr Wärme an die Wand geben müßte als bei Sattdampf. Diese technisch wichtige Frage harrt also noch ihrer Lösung.

[1] Forschungsarbeiten des V. d. I. Heft 300 (1928), Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen, S. 15.

Bei Untersuchungen von Luftkompressoren begnüg man sich bisher mit der Messung der zwischen Gas u Wand ausgetauschten Wärme. Bei Dampfkompressoren der Wärmeaustausch im Zylinder auch sehr wichtig. Hi für hat Königer an einem Schwefligsäure-Kompress die Veränderung der Wärmeübergangszahl während ein Kolbenspieles bestimmt.

Bei Verbrennungskraftmaschinen hat man schon frü zeitig und eifrig den Wärmeaustausch zwischen den heiß Verbrennungsgasen und der gekühlten Zylinderwand s diert. Die ersten diesbezüglichen Versuche stammen v Witz, der an einer Versuchsvorrichtung die Abkühlu heißer Verbrennungsgase gemessen hat. Er fand sch daß die Wärmeübergangszahl mit dem Temperaturunt schied und mit der Gasdichte zunimmt. Aus Versuchen a Gasmotor leitete dann E. Meyer eine proportionale Z nahme der Wärmeübergangszahl mit dem Temperaturgefä ab. Weitere Untersuchungen stammen von Wac Nernst, Clerk, Junkers, Weißhaar und Re fuß. Über die Wärmestrahlung der heißen Verbrennung gase hat erstmalig David Versuche angestellt. Dur ein Flußspatfenster ließ er die Gasstrahlung sich abkühle der, heißer Verbrennungsgase auf ein Bolometer fallen u bestimmte sowohl die Gesamtstrahlung als auch die A sorptionszahl.

Auch ich habe die Abkühlung heißer Verbrennungsga in kugelförmigen Explosionsgefäßen untersucht. Ich fa zunächst, daß die Wärmeübergangszahl nicht nur vom Te peraturgefälle und von der Gasdichte, sondern auch v der Zeit abhängt, die seit Beginn der Abkühlung verstrich ist. Die Gasstrahlung bestimmte ich dadurch, daß ich Abkühlung derselben Gasmenge einmal in der Kugel n geschwärzter und dann bei blanker Oberfläche ausführ Ich fand, daß die Gasstrahlung mit der 4. Potenz der abs luten Temperatur zunimmt und 0,073mal so groß ist w die des absoluten schwarzen Körpers. Für die Wärm abgabe durch Leitung fand ich bei der Bombe die Wärm übergangszahl

$$\alpha_b = 0{,}99 \sqrt[3]{p^2\,T} \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\,\text{h}\,{}^\circ\text{C}},$$

worin p der Gasdruck in at abs und T die absolute Ga temperatur ist. Als Einfluß der Wirbelung, verursa durch die Kolbenbewegung, ergab sich bei Benutzu der Versuche von Clerk an einem Gasmotor der Beiw $1 + 1{,}24\,w$, in dem w die mittlere Kolbengeschwindigk ist. Diese Formeln wurden von mir an Versuchen v Neumann und Nägel an Dieselmaschinen geprüft. ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen d gemessenen und den berechneten Werten.

Neuerdings ist von Eichelberg, Mader u Herzfeld versucht worden, theoretisch eine Formel f den Wärmeübergang in Verbrennungskraftmaschinen ab leiten. Eichelberg benützt die Latzkosche Formel für d Wärmeübergang im Rohr und setzt für die Geschwindigk 40 m/s ein. Mader betrachtet die Gasmasse als starren K per und berechnet ihre Abkühlung. An der mit der Fouri schen Gleichung der Wärmeleitung gewonnenen Formel den Wärmeaustausch wird dann noch eine Berichtigu wegen der Dichteänderung der an der kalten Wand lieg den Gasschichten angebracht.

K. und A. Herzfeld haben die Prandtl-Kormanns Grenzschichtentheorie auf den Wärmeübergang in der K benmaschine übertragen. Sie nehmen an, daß Gase am Deckel die Geschwindigkeit null und die am K benboden die jeweilige Kolbengeschwindigkeit haben. ein im Gasraum liegendes Gasteilchen wird die Geschw digkeit dem Abstand vom Deckel proportional gesetzt. D aus ergibt sich dann die Dicke der Grenzschicht an Lauffläche und hieraus der Wärmeübergang an die La fläche.

Die beiden letzten Theorien sind dadurch gekennzei net, daß sie an der Lauffläche sehr veränderliche Wär übergangszahlen und am Deckel und Kolbenboden bedeut kleineren Wärmeübergang als an der Lauffläche ergeb Meine Verarbeitung der Versuche von Nägel an ei Sulzer-Zweitakt-Schiffsdieselmaschine zeigt aber, daß Deckel, an der Lauffläche und am Kolbenboden die mittl Wärmeübergangszahl gleich ist.

Man ersieht aus obigem, daß unsre Kenntnis ü den Wärmeaustausch in Kolbenmaschinen nicht der Bed tung der Kolbenmaschine als Kraft- und Arbeitsmasch entspricht und daß hier noch viele lohnende Versuchsa gaben vorliegen. [N 1104

München Prof. Dr.-Ing. W. Nußel

Schiene und Rad

Werkstoffbeanspruchung und Schlupf bei Reibungsgetrieben

Von Dr. Rudolf Lorenz, Essen

Es wird gezeigt, welcher Natur die Vorgänge in der Berührungsfläche der Rollen eines Reibungsgetriebes sind. Schlupf und Spannungen in der Berührungsfläche und in deren Nähe werden berechnet, insbesondere bei Schiene und Rad.

Unter einem Reibungsgetriebe verstehen wir im allgemeinen zwei zylindrische Walzen, die sich längs ihrer Erzeugenden berühren und mit einem bestimmten Druck aufeinander gepreßt sind. Dreht man dann die eine dieser Walzen, so wird sich die andre ebenfalls drehen, und dieses Getriebe kann zur Übertragung von Leistung von der Welle der ersten auf die Welle der zweiten Walze benutzt werden. Das am meisten gebrauchte Reibungsgetriebe dieser Art ist das Triebrad einer Lokomotive, das auf der Schiene abrollt und dabei den Zug fortbewegt.

Bei der Berechnung solcher Reibungsgetriebe[1]) hat man bisher darauf geachtet, daß die Druckbeanspruchung in der Berührungsfläche die zulässige Grenze nicht übersteigt. Nun zeigen aber Versuche von Sachs[2]), daß die Erfüllung dieser Bedingung allein noch kein Schutz gegen die Zerstörung der Oberfläche an der Berührungsstelle ist.

Auch einige merkwürdige Beobachtungen an Lokomotivreifen lassen die Vermutung aufkommen, daß die durch die Übertragung von Kräften tangential zur Walzenoberfläche entstehenden bedeutenden Beanspruchungen zu Zerstörungen führen können. Im folgenden soll nun versucht werden, diese Oberflächenbeanspruchung im Reibungsgetriebe zu ermitteln und damit die Grundlagen für die Berechnung von Radreifen und Schienen hinsichtlich ihrer Oberflächenbeanspruchung zu finden.

Bevor wir an die Berechnung der Beanspruchungen gehen, wollen wir uns ganz allgemein ein Bild von der Wirkung der tangentialen Kräfte auf das Reibungsgetriebe machen. Wir wissen, daß sich die beiden Walzen in einer Fläche berühren, in der auch die Kraftübertragung vor sich geht, und zwar dadurch, daß in der Fläche Schubbeanspruchungen entstehen. In jedem der beiden Reibungsräder bilden sich infolgedessen Zug- und Druckbeanspruchungen aus, die ihrerseits wieder zu Dehnungen innerhalb der Berührungsfläche führen. Die Ermittlung dieser Dehnungen ist eines der Ziele der folgenden Untersuchungen; denn die Dehnungen zusammen mit den Winkeländerungen durch Gleiten sind die Ursache von Erscheinungen, die wir als Schlupf beobachten.

Wenn man das zweite Rad eines Reibungsgetriebes festhält und auf die Welle des ersten Rades ein Moment von solcher Größe wirken läßt, daß die Umfangskraft Q an der Berührungsstelle entsteht, so können wir dort folgendes erwarten: Unter der Einwirkung von Q wird einmal die Berührungsfläche als Ganzes verschoben, dann aber werden sich auch die vorher zusammenliegenden Punkte der Berührungsfläche gegeneinander verschieben. Endlich können sich die einzelnen Punkte der Berührungsfläche noch in Richtung der Zentralen verschieben. Die Art dieser Verschiebungen wird von dem Gesetz abhängen, nach dem sich die Umfangskraft Q über die Berührungsfläche verteilt.

Wir wollen hier annehmen, daß für die Übertragung einer Kraft von dem einen Rad auf das andre das Coulombsche Gesetz gilt, und zwar auch in den einzelnen Flächenteilchen; d. h. die Umfangskraft q kg/cm² ist in jedem Teilchen verhältnisgleich der Spannung p kg/cm², die senkrecht zur Fläche des Teilchens übertragen wird, also

$$q = \nu p.$$

Abb. 1
Formänderung bei zwei Reibrädern.

Ist ferner b die halbe Breite der Berührungsfläche, l die Dicke der Räder und legen wir Koordinaten nach Abb. 1, so wird

$$\frac{Q}{l} = \int_{-b}^{+b} q \, \mathrm{d} y; \quad \frac{P}{l} = \int_{-b}^{+b} p \, \mathrm{d} y; \quad Q = \nu P \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Durch das Gesetz der Verteilung $p = f(y)$ ist nach unserer Annahme auch $q = \nu p = \nu f(y)$ gegeben, und damit wird der Dehnungszustand im Rad 2 wegen der verschiedenen Richtung von Q an jeder Stelle der Berührungsfläche entgegengesetzt gleich dem in Rad 1 vorhandenen sein. So gilt für die Spannungen in Richtung y

$$\sigma_y' = -\sigma_y''$$

und für die Dehnungen und Gleitungen

$$\varepsilon_y' = -\varepsilon_y''; \quad \gamma_z' = -\gamma_z''.$$

Daraus folgt aber, daß, von einzelnen Stellen abgesehen, in der ganzen Berührungsfläche ein Gleiten und Kriechen stattfindet.

Die Dehnungen haben nun zur Folge, daß bei positiven ε_y der Umfang einer Walze mit dem Halbmesser r gelängt, bei negativen ε_y dagegen verkürzt erscheint. Die sich mit gleichmäßiger Winkelgeschwindigkeit ω_1 drehende Welle 1 erzeugt also an einer Stelle y des Umfangs die Umfangsgeschwindigkeit

$$\omega_1 (r_1 + r_1 \varepsilon_y') = \omega_1 r_1 (1 + \varepsilon_y').$$

In der gleichen Weise haben die Gleitungen γ_z zur Folge, daß die Umfangsgeschwindigkeit des Rades 1 um $r_1 \omega_1 \gamma_z$ bei positivem γ_z gesteigert wird. Die gesamte Umfangsgeschwindigkeit des Rades 1 an der Stelle y ist also

$$u_1 = r_1 \omega_1 (1 + \varepsilon_y' + \gamma_z').$$

An der gleichen Stelle des Rades 2 ist dann die Umfangsgeschwindigkeit

$$u_2 = r_2 \omega_2 (1 + \varepsilon_y'' + \gamma_z'').$$

Nehmen wir an, daß an der Stelle y, die wir gerade betrachten, die Umfangsgeschwindigkeit der beiden Räder genau gleich ist ($u_1 = u_2$), so folgt

$$r_2 \omega_2 (1 + \varepsilon_y'' + \gamma_z'') = r_1 \omega_1 (1 + \varepsilon_y' + \gamma_z')$$

oder

$$r_2 \omega_2 = r_1 \omega_1 \frac{1 + \varepsilon_y' + \gamma_z'}{1 + \varepsilon_y'' + \gamma_z''} = \sim r_1 \omega_1 (1 + \varepsilon_y' - \varepsilon_y'' + \gamma_z' - \gamma_z'') \quad (2),$$

wenn man $\varepsilon_y'^2$, $\varepsilon_y' \varepsilon_y''$, $\varepsilon_y''^2$ usw. und höhere Glieder vernachlässigt. Wäre keine Formveränderung vorhanden,

[1]) Nachdem die vorliegende Arbeit in ihren wesentlichen Abschnitten fertig war, erschien die schon 1924 angekündigte Abhandlung von Fromm: Berechnung des Schlupfes beim Abrollen deformierter Scheiben, Zeitschrift f. angew. Mathematik u. Mechanik Bd. 7 (1927) S. 27, die die gleiche Frage behandelt.

In dieser schönen, aber nicht leicht zu lesenden Abhandlung ist leider der Einfluß der Gleitung nicht berücksichtigt, so daß die Übereinstimmung zwischen Rechnungs- und Versuchswerten ganz ungenügend wurde. In den folgenden Ausführungen finden sich einige Gedankengänge, die auch Fromm schon ausgesprochen hat, die hier aber zum Verständnis der Rechnung wiederholt werden mußten.

[2]) Sachs, Z. f. angew. Mathematik u. Mechanik Bd. 4 (1924) S. 1, Jahn, Z. Bd. 62 (1918) S. 121.

d. h. $P = Q = 0$, also $\varepsilon_y' = \varepsilon_y''$ usw. $= 0$, so würde die Winkelgeschwindigkeit des Rades $2\,\omega_2'$ sein, so daß

$$r_2\,\omega_2' = r_1\,\omega_1.$$

Als Schlupf bezeichnen wir nun wie auch Fromm

$$S = \frac{\omega_2' - \omega_2}{\omega_2'} = -\varepsilon_y' + \varepsilon_y'' - \gamma_z' + \gamma_z'' = -2\,(\varepsilon_y' + \gamma_z') \quad (3).$$

Dehnungen in Richtung y werden natürlich auch durch die Kraft P hervorgerufen, die überhaupt erst die Möglichkeit für die Übertragung von Umfangskräften gibt. Die durch P hervorgerufenen Dehnungen e_y können das gleiche oder entgegengesetzte Vorzeichen haben, wie die durch Q hervorgerufenen ε_y, sie sind aber auf jeden Fall in beiden Rädern gleich ($e_y' = e_y''$). Aus Gl. (2) wird damit ohne Berücksichtigung der Gleitungen y

$$r_2\,\omega_2 = r_1\,\omega_1 \frac{1 + \varepsilon_y' + e_y''}{1 + \varepsilon_y'' + e_y'} = \sim r_1\,\omega_1\,(1 + \varepsilon_y' - \varepsilon_y''),$$

d. h. die durch die Kraft P veranlaßten Umfangdehnungen haben auf den Schlupf keinen Einfluß.

Ganz ähnlich wie die Dehnung des Umfanges wirken auch die Verkürzungen des Halbmessers, die durch das Aufeinanderpressen der Reibräder entstehen. Betragen die Verkürzungen der Halbmesser $\Delta\,r_1$ bzw. $\Delta\,r_2$, so wird aus Gl. (2)

$$\left.\begin{aligned} \omega_2 &= \omega_1 \frac{r_1 - \Delta\,r_1}{r_2 - \Delta\,r_2}\,\frac{1 + \varepsilon_y' + \gamma_z'}{1 - \varepsilon_y' - \gamma_z'} \\ &= \sim \omega_1 \frac{r_1}{r_2}\left(1 - \frac{\Delta\,r_1}{r_1} + \frac{\Delta\,r_2}{r_2} + 2\,\varepsilon_y' + 2\,\gamma_z'\right) \end{aligned}\right\} \quad (2a)$$

und aus Gl. (3)

$$S = +\frac{\Delta\,r_1}{r_1} - \frac{\Delta\,r_2}{r_2} - 2\,(\varepsilon_y' + \gamma_z') \quad \ldots (3a).$$

Bei dem Reibungsgetriebe Schiene und Rad ist $r_2 = \infty$ anzusetzen, und der Schlupf wird dabei

$$S = \frac{\Delta\,r_1}{r_1} - 2\,(\varepsilon_y' + \gamma_z') \quad \ldots\ldots (3b).$$

Nun zeigt aber schon eine überschlägige Rechnung, daß $\frac{\Delta r}{r} = \sim 0{,}02\,\varepsilon_y$ wird, so daß wir den Einfluß der Änderung von $\Delta\,r$ vernachlässigen können.

Selbstverständlich ist ein Schlupf mit Energieverlusten verknüpft. Ist Q die gesamte Umfangskraft, die von Rad 1 auf Rad 2 übertragen wird, so ist die in Rad 1 hineingesteckte Leistung $E_1 = \omega_1\,r_1\,Q$ mkg/s, die aus Rad 2 herausgenommene Energie $E_2 = \omega_2\,r_2\,Q$ und der Wirkungsgrad mit Gl. (2)

$$\eta = 1 + 2\,(\varepsilon_y' + \gamma_z') = 1 - S \quad \ldots\ldots (4),$$

wobei zu beachten ist, daß S stets positiv wird.

Wir haben also in folgendem außer der Ermittlung der Spannungen auch die Dehnungen ε_y und die Gleitungen γ_z zu bestimmen und werden die durch Beobachtungen ermittelte Größe des Schlupfes S benutzen können, um die Richtigkeit unserer Untersuchungen zu prüfen. Andre Beobachtungsmöglichkeiten werden sich kaum bieten.

Bei der Ermittlung der Spannungen usw. können wir uns unbedenklich einer Umkehrung des Satzes von de St. Venant bedienen. Nach diesem Satz ist die Spannungsverteilung in genügender Entfernung von der Angriffstelle der Kraft unabhängig von der Kraftverteilung an dieser Angriffstelle, und umgekehrt hängt die Spannungsverteilung in der Nähe der Angriffstelle der äußeren Kräfte nur von der Verteilung dieser Kräfte ab, während die Form des Körpers nur insoweit eine Rolle spielt, als unmittelbar benachbarte Teile in Frage kommen. Auf dieser Form des de St. Venantschen Satzes beruht auch die Hertzsche Theorie der Oberflächenverformung.

Wir gehen nun so vor, daß wir zu den Grundgleichungen der Festigkeitslehre die Lösung für eine punktförmige Belastung tangential zur Oberfläche eines Körpers angeben und daraus nach Gl. (1) die Lösung bei gleichmäßiger Belastung über eine kleine Belastungsfläche ermitteln. Wegen des engen Zusammenha[illegible] zwischen der in Richtung der Berührungsnorm[illegible] zweier Körper wirkenden Kraft mit der tangenti[illegible] Kraft werden wir auch die Verhältnisse bei der [illegible] malbeanspruchung wenigstens kurz angeben.

1. Grundgleichungen

Wir wählen Zylinderkoordinaten und legen di[illegible] Achse des Koordinatensystems in die Richtung der E[illegible] genden der Walzen an der Berührungsstelle. Dann la[illegible] die Grundgleichungen, deren Entwicklung hier nicht [illegible] derholt werden soll,

$$\left.\begin{aligned} \sigma_r + r\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} - \sigma_t + \frac{\partial \tau_z'}{\partial \varphi} + r\frac{\partial \tau}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_t}{\partial \varphi} + r\frac{\partial \tau_z'}{\partial r} + 2\,r\,\tau_z' + r\frac{\partial \tau_r}{\partial z} &= 0 \\ r\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \tau_\varphi + r\frac{\partial \tau_\varphi}{\partial r} + \frac{\partial \tau_r}{\partial \varphi} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots$$

Zur Erläuterung der hier gebrauchten Bezeichnu[illegible] dient Abb. 2. Zu diesen Gleichgewichtsbedingungen t[illegible] nun die Gleichungen für die Dehnungen und Dre[illegible] gen. Wir bezeichnen die Dehnungen in den [illegible]

Abb. 2
Kräfte und Spannungen an einem Zylinderteilchen.

tungen r, φ bezw. t und z mit ε_r, ε_t und ε_z, die Dreh[illegible] mit γ_r, γ_φ und γ_z und die Verschiebungen mit $\Delta\,r$[illegible] und ζ. Dann ist

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_r &= \frac{\partial\,\Delta\,r}{\partial\,r} \\ \varepsilon_t &= \frac{\Delta\,r}{r} + \frac{\partial\,\Delta\,\varphi}{\partial\,\varphi} \\ \varepsilon_z &= \frac{\partial\,\zeta}{\partial\,z} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots$$

$$\left.\begin{aligned} \gamma_r &= r\frac{\partial\,\Delta\,\varphi}{\partial\,z} + \frac{\partial\,\zeta}{r\,\partial\,\varphi} \\ \gamma_\varphi &= \frac{\partial\,\Delta\,r}{\partial\,z} + \frac{\partial\,\zeta}{\partial\,r} \\ \gamma_z &= r\frac{\partial\,\Delta\,\varphi}{\partial\,r} + \frac{\partial\,\Delta\,r}{r\,\partial\,\varphi} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots$$

Bezeichnet man die kubische Dehnung mit e, als [illegible]

$$e = \varepsilon_r + \varepsilon_t + \varepsilon_z = \frac{\partial\,\Delta\,r}{\partial\,r} + \frac{\Delta\,r}{r} + \frac{\partial\,\Delta\,\varphi}{\partial\,\varphi} + \frac{\partial\,\zeta}{\partial\,z}$$

so bestehen zwischen Spannungen und Dehnungen di[illegible] ziehungen

$$\sigma_r = 2\,G\left(\varepsilon_r + \frac{e}{\mu - 2}\right); \quad \sigma_t \text{ usw.}; \quad \tau_r = G\,\gamma_r; \quad \tau_\varphi \text{ usw}$$

Wir betrachten nun die Walze als sehr lang im [illegible] hältnis zum Durchmesser. Dann herrscht in allen E[illegible] senkrecht zur Zylinderachse derselbe Zustand, d. h[illegible] Größen der Gl. (6) bis (8) sind von z unabhängig. [illegible] mit vereinfachen sich diese Gleichungen zu

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial r\sigma_r}{\partial r}-\sigma_t+\frac{\partial \tau_z'}{\partial \varphi}&=0\\ \frac{\partial \sigma_t}{\partial \varphi}+\frac{1}{r}\frac{\partial r^2\tau_z'}{\partial r}&=0\\ \frac{\partial r\tau_\varphi}{\partial r}+\frac{\partial \tau_r}{\partial \varphi}&=0\end{aligned}\right\}\quad\ldots\ldots\ (5a),$$

und es wird:

$$\left.\begin{aligned}\sigma_r&=2G\left(\frac{\mu-1}{\mu-2}\frac{\partial\Delta r}{\partial r}+\frac{1}{\mu-2}\frac{\Delta r}{r}+\frac{1}{\mu-2}\frac{\partial\Delta\varphi}{\partial\varphi}\right)\\ \sigma_t&=2G\left(\frac{\mu-1}{\mu-2}\frac{\Delta r}{r}+\frac{1}{\mu-2}\frac{\partial\Delta r}{\partial r}+\frac{1}{\mu-2}\frac{\partial\Delta\varphi}{\partial\varphi}\right)\\ \sigma_z&=2G\frac{1}{\mu-2}\left(\frac{\partial\Delta r}{\partial r}+\frac{\Delta r}{r}+\frac{\partial\Delta\varphi}{\partial\varphi}\right)\\ \tau_r&=G\frac{\partial\zeta}{r\,\partial\varphi}\\ \tau_\varphi&=G\frac{\partial\zeta}{\partial r}\\ \tau_z'&=G\left(\frac{\partial\Delta r}{r\,\partial\varphi}+r\frac{\partial\Delta\varphi}{\partial r}\right)\end{aligned}\right\}\quad (9a).$$

Diese Gleichungen gelten für beide Beanspruchungsarten, mit denen wir es hier zu tun haben.

Wir betrachten nun zunächst die Beanspruchung eines Körpers, der durch eine Ebene begrenzt ist, im übrigen sich aber ins Unendliche erstreckt. An einem Punkte der Ebene, den wir als Koordinatenanfang wählen, greift dann eine Kraft an. Später betrachten wir dann die Beanspruchung durch eine Belastung, die über einen Teil der Ebene verteilt ist.

2. Beanspruchung durch eine Normalkraft, Abb. 3.

Die Lösungen der Gleichungen (5 a) für eine Kraft P senkrecht zur Oberfläche lauten:

$$\left.\begin{aligned}&\sigma_r=C\frac{\cos\varphi}{r};\quad \sigma_z=C\frac{\cos\varphi}{\mu r};\quad \sigma_t=0\\ &\tau_z'=\tau_\varphi=\tau_r=0;\quad C=\frac{2}{\pi}\frac{P}{l}\end{aligned}\right\}\quad\ldots\ldots\ (10).$$

Die Verschiebungen werden damit

$$\left.\begin{aligned}\Delta r&=-\frac{C}{2G}\left(\frac{\mu-1}{\mu}\cos\varphi\lg r-\frac{\mu-2}{2\mu}\varphi\sin\varphi\right)\\ \Delta\varphi&=-\frac{C}{2G}\left(\frac{\sin\varphi}{\mu r}[(\mu-1)\lg r+1]\right.\\ &\qquad\left.+\frac{\mu-2}{2\mu r}(\varphi\cos\varphi-\sin\varphi)\right)\end{aligned}\right\}\quad (11).$$

Für die weiteren Untersuchungen brauchen wir nur noch die Spannungskomponenten in den Richtungen x und y. Wir finden

$$\left.\begin{aligned}&\sigma_x=C\frac{\cos^3\varphi}{r};\quad \sigma_y=C\frac{\sin^3\varphi\cos\varphi}{r};\quad \sigma_z=C\frac{\cos\varphi}{\mu r}\\ &\tau_z=C\frac{\sin\varphi\cos^2\varphi}{r};\quad \tau_x=\tau_y=0\end{aligned}\right\}\quad (12).$$

Die vorstehenden Gleichungen gelten nur in bestimmter Entfernung vom Nullpunkt und nicht im Unendlichen.

3. Beanspruchung durch die verteilte Belastung, Abb. 4.

Ist die Belastung des von einer Ebene begrenzten Körpers auf einen Streifen in Richtung der z-Achse verteilt, so setzen wir in bekannter Weise

$$dP=l\,p\,dy,\quad p=f(y)\quad\ldots\ldots\ (13)$$

und summieren über die ganze Breite des Streifens $2b$. Dann finden wir

$$\sigma_x=\frac{2}{\pi}\int_{-b}^{+b}p\frac{\cos^3\varphi}{r}dy;\quad \sigma_y\ \text{usw.}\quad\ldots\ (14).$$

Setzen wir nun in erster Annäherung

$$p=p_0\left(1-\frac{y^2}{b^2}\right)\quad\ldots\ldots\ldots\ (15)$$

und beachten, daß wegen $y=y_0-x_0\operatorname{tg}\varphi$

$$dy=-x_0\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$$

Abb. 3
Beanspruchung durch eine Normalkraft.

ist, so wird

$$p=p_0\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+2\frac{x_0y_0}{b^2}\operatorname{tg}\varphi-\frac{x_0^2}{b^2}\operatorname{tg}^2\varphi\right)\quad\ldots\ (16)$$

und damit[3])

$$\left.\begin{aligned}\sigma_x=&-\frac{2p_0}{\pi}\left\{\left(1-\frac{y_0^2+x_0^2}{b^2}\right)\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\right.\\ &+\frac{1}{4}\left(1-\frac{y_0^2-x_0^2}{b^2}\right)(\sin 2\varphi_2-\sin 2\varphi_1)\\ &\left.-\frac{x_0y_0}{2b^2}(\cos 2\varphi_2-\cos 2\varphi_1)\right\}\\ \sigma_y,\ \tau_z\ &\text{usw.}\\ \sigma_z=&-\frac{2p_0}{\pi\mu}\left\{\left(1-\frac{y_0^2+x_0^2}{b^2}\right)(\varphi_2-\varphi_1)\right.\\ &\left.+\frac{2x_0y_0}{b^2}\lg\frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}+2\frac{x_0}{b}\right\}\end{aligned}\right\}\quad (17).$$

Im Gegensatz zu den Gleichungen (12) gelten diese Gleichungen nun bis in die Druckfläche selbst hinein. Dort sind aber die größten Beanspruchungen zu erwarten. Für $x_0=0$ wird aber aus (17), wenn wir den Spannungen, als von der Normalkraft herrührend, den Zeiger n geben wollen:

$$\left.\begin{aligned}x_0=0;\quad \sigma_{x_n}=\sigma_{y_n}&=-p_0\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)=-p\\ \tau_{z_n}&=0\\ \sigma_{z_n}&=-\frac{2}{\mu}p_0\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)=-\frac{2}{\mu}p\end{aligned}\right\}\quad\ldots\ (18).$$

Wie in der Einleitung angeführt, sind für uns besonders die Dehnungen in der Berührungsfläche wichtig. Wir ermitteln diese aus den bekannten Gleichungen

$$E\,\varepsilon_y=\sigma_y-\frac{1}{\mu}(\sigma_x+\sigma_z)\ \text{usw.}$$

und finden für $x_0=0$ aus (18)

$$\varepsilon_{y_n}=-\frac{(\mu-2)(\mu-1)}{2\mu(\mu+1)}\frac{p_0}{G}\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)\quad\ldots\ (19).$$

4. Beanspruchung durch eine Belastung in der Begrenzungsebene (Tangentialkraft), Abb. 5.

Wir betrachten jetzt eine Belastung des einseitig unendlich ausgedehnten Körpers durch eine Kraft Q, die in der Begrenzungsebene, und zwar im Nullpunkt und in Richtung des negativen y angreift.

[3]) Vergl. H. Lorenz, Technische Elastizitätslehre, München 1913, S. 539 u. f.

Abb. 4
Beanspruchung durch verteilte Last.

Die Lösung, die den Grenzbedingungen entspricht, lautet, wie man sich leicht überzeugen kann,

$$\sigma_r = D\frac{\sin\varphi}{r};\quad \sigma_t = 0;\quad \sigma_z = D\frac{\sin\varphi}{\mu r};\quad \tau_z' = 0 \quad . \; (20).$$

Für die Verschiebungen finden wir wieder, wie früher,

$$\left.\begin{aligned}\Delta r &= -\frac{D}{2G}\left(\frac{\mu-1}{\mu}\sin\varphi\lg r - \frac{\mu-2}{2\mu}\varphi\cos\varphi\right)\\ \Delta\varphi &= -\frac{D}{2G}\frac{1}{r}\left(\left(\frac{\mu-1}{\mu}\lg r + \frac{1}{2}\right) + \frac{\mu-2}{2\mu}\varphi\sin\varphi\right)\end{aligned}\right\} \quad (21),$$

wobei die Unveränderliche D sich aus (20) zu

$$D = \frac{2}{\pi}\frac{Q}{l} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (22)$$

ergibt.

Jetzt bilden wir wieder die Spannungs- und Verschiebungskomponenten nach x und y

$$\left.\begin{aligned}\sigma_x &= D\frac{\sin\varphi\cos^2\varphi}{r};\quad \sigma_y = D\frac{\sin^3\varphi}{r}\\ \sigma_z &= D\frac{\sin\varphi}{\mu r};\quad\quad \tau_z = D\frac{\sin^2\varphi\cos\varphi}{r}\end{aligned}\right\} \; . \; . \; (23)$$

und

$$\left.\begin{aligned}\Delta x &= -\frac{D}{4G}\left(\sin\varphi\cos\varphi + \frac{\mu-2}{\mu}\varphi\right)\\ \Delta y &= -\frac{D}{2G}\left(\frac{\mu-1}{\mu}\lg r + \frac{1}{2}\cos^2\varphi\right)\end{aligned}\right\} \; . \; . \; . \; . \; (24).$$

5. Beanspruchung durch eine verteilte tangentiale Belastung in der Begrenzungsebene

Wir setzen wieder (Abb. 4)

$$\mathrm{d}Q = l\,q\,\mathrm{d}y \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (25)$$

und verstehen unter q die in der Begrenzungsebene wirkende Kraft auf die Flächeneinheit an der Stelle y. Alsdann summieren wir die Anteile der einzelnen Elemente dy und finden nun mit (23)

$$\sigma_x = \frac{2}{\pi}\int_{-b}^{+b} q\frac{\sin\varphi\cos^2\varphi}{r}\,\mathrm{d}y \text{ usw.} \quad . \; . \; . \; . \; (26).$$

Wir wissen, daß die tangentiale Belastung nie ohne lotrechte Belastung auftritt, und wollen, wie in der Einleitung schon angegeben, annehmen, daß die in einem Flächenelemente übertragene tangentiale Kraft verhältnisgleich der lotrechten Kraft ist und bleibt. Dann setzen wir entsprechend Gl. (15) in erster Annäherung

$$q = q_0\left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (27).$$

Damit gilt aber auch Gl. (16), wenn wir in ihr p durch q ersetzen, und wir erhalten

$$\left.\begin{aligned}\sigma_x &= -\frac{2q_0}{\pi}\left\{\frac{1}{4}\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)(\cos 2\varphi_2 - \cos 2\varphi_1) - \frac{x_0}{4b^2}(2y_0 - x_0)(\sin 2\varphi_2 - \sin 2\varphi_1) + \frac{x_0 y_0}{b^2}(\varphi_2 - \varphi_1) + \frac{x_0^2}{b^2}\lg\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1}\right\}\\ \sigma_y &= -\frac{2q_0}{\pi}\left\{-\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+\frac{2x_0^2}{b^2}\right)\lg\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1} - \frac{1}{2}\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+\frac{x_0 y_0}{b^2}+\frac{x_0^2}{b^2}\right)(\sin^2\varphi_2 - \sin^2\varphi_1)\right.\\ &\qquad\left. + \frac{2x_0 y_0}{b^2}\left[\operatorname{tg}\varphi_2 - \operatorname{tg}\varphi_1 - \frac{3}{2}(\varphi_2-\varphi_1)\right] - \frac{x_0^2}{b^2}(\operatorname{tg}^2\varphi_2 - \operatorname{tg}^2\varphi_1)\right\}\\ \sigma_z &= -\frac{2q_0}{\pi\mu}\left\{-\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+\frac{x_0^2}{b^2}\right)\lg\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1} + \frac{2x_0 y_0}{b^2}[\operatorname{tg}\varphi_2 - \operatorname{tg}\varphi_1 - (\varphi_2-\varphi_1)] - \frac{x_0^2}{b^2}(\operatorname{tg}^2\varphi_2 - \operatorname{tg}^2\varphi)_1\right\}\\ \tau_z &= -\frac{2q_0}{\pi}\left\{\frac{1}{4}\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+\frac{x_0^2}{b^2}\right)(\sin 2\varphi_2 - \sin 2\varphi_1) - \frac{1}{2}\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}+\frac{3x_0^2}{b^2}\right)(\varphi_2-\varphi_1)\right.\\ &\qquad\left. + \frac{2x_0 y_0}{b^2}\left[\lg\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1} + \frac{1}{2}(\sin^2\varphi_2 - \sin^2\varphi_1)\right] - \frac{x_0^2}{b^2}(\operatorname{tg}\varphi_2 - \operatorname{tg}\varphi_1)\right\}\end{aligned}\right\} \; . \; ($$

Diese Gleichungen gelten wieder bis in die Belastungsfläche hinein. Dort ist $x_0 = 0$, und wir finden nach einigen Umformungen

$$\left.\begin{aligned}\sigma_{x_t} &= 0\\ \sigma_{y_t} &= -\frac{2q_0}{\pi}\left\{\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)\lg\frac{b+y_0}{b-y_0} + \frac{2y_0}{b}\right\}\\ \sigma_{z_t} &= \frac{1}{\mu}\sigma_{y_t}\\ \tau_{z_t} &= q_0\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)\end{aligned}\right\} \; . \; . \; (29),$$

wobei der Zeiger t auf die Herkunft der Spannungen von einer Tangentialkraft hindeutet.

Abb. 5
Beanspruchung durch tangentiale Einzellast.

Insbesondere ist an den ausgezeichneten Stellen

$$\left.\begin{aligned}x_0 &= 0;\quad y_0 = \pm b;\quad \sigma_{y_t} = \pm\frac{4q_0}{\pi};\quad \tau_{z_t} = 0\\ y_0 &= 0;\quad \sigma_{y_t} = 0;\quad \tau_{z_t} = q_0\end{aligned}\right\} \; . \; . \; (3$$

Für große Entfernungen von der Belastungsstelle geh die Gleichungen (26) in (23) über, wenn man beacht daß man in diesem Falle φ und r als unveränderlich a sehen kann.

Die Berechnungen der Verschiebungen lassen w als wenig wichtig weg, wenden uns vielmehr den De nungen zu, von denen für uns besonders die Dehnung der Oberfläche, und zwar in der Richtung y wichtig si Wir benutzen zu ihrer Ermittlung wieder die Gleichung

$$E\,\varepsilon_y' = \sigma_y - \frac{1}{\mu}(\sigma_x + \sigma_z) \text{ usw.} \; . \; . \; . \; . \; ($$

und finden unter Einsetzung von (23) und den erford lichen Umformungen

$$x_0 = 0;\quad \varepsilon_y' = \frac{\mu-1}{\mu}\frac{1}{2G}\sigma_y \quad . \; . \; . \; . \; . \; ($$

oder mit (29)

$$x_0 = 0 \quad \varepsilon_y' = \frac{\mu-1}{\mu}\frac{q_0}{\pi G}\left\{\left(1-\frac{y_0^2}{b^2}\right)\lg\frac{b+y_0}{b-y_0} + 2\frac{y_0}{b}\right\} \; . \; . \; ($$

Abb. 6 zeigt, über der Breite $2b$ aufgetragen, die We des Klammerausdruckes in (33)

$$f(\lambda) = (1-\lambda^2)\lg\frac{1+\lambda}{1-\lambda} + 2\lambda,\quad \lambda = \frac{y_0}{b} \; . \; . \; . \; ($$

deren größten Wert wir bei den Werten von λ finden, der Gleichung

$$\lambda\lg\frac{1+\lambda}{1-\lambda} = 2$$

genügen. Durch numerische Auswertung ergibt sich

$$\lambda_{\max} = \pm 0{,}835;\quad f(\lambda_{\max}) = \pm\frac{2}{\lambda_{\max}} = \pm 2{,}4.$$

Wegen (29) ist

$$\sigma_{y_t} = \frac{2q_0}{\pi}f(\lambda) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

und damit ist auch die größte Zug- und Druckbe spruchung in der Berührungsfläche, soweit sie von Tangentialkraft herrührt, gegeben.

An der Einlaufstelle, also für $y_0 = +b$, $\lambda = 1$ ist

$$f(\lambda_a) = 2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

und damit wird dort

$$\varepsilon_a' = -2\frac{\mu-1}{\mu}\frac{q_0}{\pi G} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

Bisher wurde die Dicke beider Reibräder in axialer Richtung so groß angenommen, daß in allen Querschnitten derselbe Zustand auftritt. Nehmen wir die Räder jetzt als sehr schmal an, betrachten also das ganze Problem als eben, so ist $\sigma_z = 0$ zu setzen, und dann wird

$$\varepsilon_y' = \frac{1}{E}\,\sigma_y = \frac{\mu}{\mu+1}\,\frac{1}{2\,G}\,\sigma_y.$$

In diesem Falle sind also die Werte von Gl. (33), (33 a) und (35) mit $\frac{\mu^2}{\mu^2-1}$ zu vervielfachen und es wird insbesondere (ebener Spannungszustand)

$$x_0 = 0, \quad \varepsilon_y' = \frac{\mu}{\mu+1}\,\frac{q_0}{\pi\,G}\,f(\lambda) \quad \ldots\ldots \quad (33\text{b}).$$

Außer den Dehnungen haben wir noch die Gleitungen γ_z zu ermitteln. Wir finden mit $\tau_z = G\,\gamma_z$

$$x_0 = 0, \qquad \gamma_{z_t} = \frac{q_0}{G}\left(1 - \frac{y_0^2}{b^2}\right) \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

und die größte Gleitung für

$$x_0 = y_0 = 0 \qquad \gamma_{z_{t\,\max}} = \frac{q_0}{G} \quad \ldots\ldots \quad (37).$$

Für den ebenen Spannungszustand ändern sich diese Ausdrücke nicht.

Abb. 6
Spannungsverlauf in Schiene und Rad.

a $\frac{\sigma_{y_0}}{p_0}$ für $\nu = 0$		d $\frac{\sigma_{y_0}}{p_0}$ für $\nu = 0{,}3$	
b „ „ $\nu = 0{,}1$		e „ „ $\nu = 0{,}4$	
c „ „ $\nu = 0{,}2$		f „ „ $\nu = 0{,}5$	

6. Der Schlupf der beiden Reibräder

Wenn an irgend einer Stelle der Berührungsfläche y_0 die Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Reibräder gleich sind ($u_1 = u_2$), so entsteht zwischen den Rädern der Schlupf S nach Gl. (3) oder mit (33), (34) und (36)

$$S = 2\,\frac{q_0}{G}\left\{1 - \lambda^2 + \frac{\mu-1}{\mu\,\pi}\left[(1-\lambda^2)\lg\frac{1+\lambda}{1-\lambda} + 2\,\lambda\right]\right\} \quad (38).$$

Dieser Schlupf hat seinen Höchstwert für Werte von λ, die der Gleichung

$$\frac{2}{\lambda} - \lg\frac{1+\lambda}{1-\lambda} = \frac{\mu\,\pi}{\mu-1} \quad \ldots\ldots \quad (39)$$

genügen. Bezeichnen wir diese Werte mit λ_m', so wird aus (38) und (39)

$$S_{\max} = 4\,\frac{q_0}{G}\,\frac{\mu-1}{\mu\,\pi}\,\frac{1}{\lambda_m'} \quad \ldots\ldots \quad (40).$$

Die zahlenmäßige Auswertung von Gl. (39) ergibt mit $\mu = {}^{10}/_3$ (Walze)

$$\lambda_m' \sim 0{,}38, \quad S_{\max} = 2{,}35\,\frac{q_0}{G} \quad \ldots\ldots \quad (39\text{a}).$$

Im Falle des ebenen Spannungszustandes ist in (38) bis (40) $\frac{\mu}{\mu+1}$ statt $\frac{\mu-1}{\mu}$ zu setzen, und wir finden dann (ebener Spannungszustand)

$$\lambda_m' \sim 0{,}405, \quad S_{\max} = 2{,}42\,\frac{q_0}{G} \quad \ldots\ldots \quad (39\text{b}).$$

Gl. (38) läßt sich auch schreiben (Walze)

$$S = 2\,\frac{\tau_z}{G} + \frac{\mu-1}{\mu}\,\frac{\sigma_y}{G} \quad \ldots\ldots \quad (38\text{a})$$

oder (ebener Spannungszustand)

$$S = 2\,\frac{\tau_z}{G} + \frac{\mu}{\mu+1}\,\frac{\sigma_y}{G} \quad \ldots\ldots \quad (38\text{b}),$$

beides an der Stelle λ_m' genommen. Daraus folgt, daß der Schlupf eines Reibungsgetriebes gemäß Gl. (38) von der Summe von $2\,\tau_z$ und $\frac{\mu-1}{\mu}\,\sigma_y$ oder $\frac{\mu}{\mu+1}\,\sigma_y$ abhängt. Da $2\,\tau_z$ immer wesentlich größer ist, als der zweite Summand, so ist der Schlupf im wesentlichen durch die Schubspannung an der Stelle λ_m' bestimmt. Aus dieser Abhängigkeit erklärt sich auch die Form der Schlupflinie (Schlupf in Abhängigkeit von der Umfangskraft), die genau ebenso geartet ist, wie die Drehungs-Momentenlinie eines auf Drehung beanspruchten Stabes.

Wir können nun auch die Relativgeschwindigkeit der einzelnen Punkte der Berührungsfläche ermitteln. Es sei u_1 die Umfangsgeschwindigkeit irgendeines Punktes der Berührungsfläche des Rades 1, u_2 die des Rades 2. Die entsprechenden Dehnungen seien $\varepsilon' = -\varepsilon''$, $\gamma' = -\gamma''$. An der Stelle λ_m' ist nach unserer Annahme $u_1 = u_2$, ferner ε_m', γ_m'. Dann wird

$$u_1 - u_2 = 2\,r_1\,\omega_1\left[\varepsilon' + \gamma' - (\varepsilon_m' + \gamma_m')\right]$$

oder mit $r_1\,\omega_1 = u$

$$\frac{u_1 - u_2}{u} = S - S_{\max} \quad \ldots\ldots \quad (41\text{a})$$

oder mit (34) und (38) (Walze)

$$\frac{u_1 - u_2}{u}\,\frac{G}{q_0} = 2\left[(1-\lambda^2) + \frac{\mu-1}{\mu\,\pi}\,f(\lambda)\right] - 2{,}35 \quad . \quad (42).$$

Die rechte Seite von Gl. (42) ändert sich für $\lambda = 1$ über $\lambda = 0{,}38$ nach $\lambda = -1$ von $-1{,}458$ über 0 nach $-3{,}242$, Abb. 7. Es findet also in der ganzen Berührungsfläche ein langsames Gleiten statt, das seinen größten Wert an der Auslaufstelle hat. Die Gleitgeschwindigkeit $u_1 - u_2$ ist der Umfangsgeschwindigkeit u und der größten Schubbeanspruchung q_0 proportional.

Um ein Maß für die Größe der Gleitgeschwindigkeit zu bekommen, sei für das Rad einer Schnellzuglokomotive $p_0 = 4000$ bis $5000\ \text{kg/cm}^2$, $\nu = 0{,}3$ und $u = 27{,}8$ m/s (100 km/h) angenommen. Dann ist $(u_1 - u_2)_{\max} = 0{,}127$ bis 0,159 m/s oder 0,457 bis 0,57 vH der Umfangsgeschwindigkeit.

Die gesamte Spannung in der Berührungsfläche setzt sich aus den durch die Tangential- und die Normalkraft hervorgerufenen Beanspruchungen zusammen. Diese Summe ist nun aus (18) und (29) mit ν aus (1)

$$\sigma_y = \sigma_{y_a} + \sigma_{y_t} = -\,p_0\left\{\frac{2}{\pi}\,\nu\,f(\lambda) + (1-\lambda^2)\right\} \quad . \quad (43).$$

Abb. 7
Relativgeschwindigkeit zwischen Schiene und Rad.

Ein Höchstwert oder Mindestwert von $\sigma_{y'}$ tritt für alle Wertepaare auf, die der Gleichung

$$\frac{2}{\pi}\nu\left(\frac{2}{\lambda}-\lg\frac{1+\lambda}{1-\lambda}\right)=1 \quad \ldots\ldots \quad (44)$$

genügen. Bezeichnen wir diese Werte mit ν_m und λ_m, so wird

$$\sigma_{y\,max}=-\frac{4}{\pi}\frac{\nu_m}{\lambda_m}p_0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (45).$$

Gl. (44) wird ebenfalls graphisch gelöst. Aus Abb. 6 ist für jeden Wert von $\nu=\nu_m$ das zugehörige λ_m zu entnehmen. Die Werte von p_0 und damit auch $q_0=\nu p_0$ ergeben sich aus den Hertzschen Untersuchungen zu

$$\left.\begin{aligned} b &= 1{,}52\sqrt{\frac{P}{l\,E}\,\frac{r_1 r_2}{r_1+r_2}} \\ p_0 &= 0{,}49\sqrt{\frac{P\,E}{l}\,\frac{r_1+r_2}{r_1 r_2}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (46)$$

und bei Schiene und Rad zu

$$\left.\begin{aligned} b &= 1{,}52\sqrt{\frac{P\,r}{l\,E}} \\ p_0 &= 0{,}49\sqrt{\frac{P\,E}{l\,r}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (46a).$$

Damit sind alle Größen bekannt, die man zur Berechnung der Spannung in Reibungsgetrieben braucht, und nun kann man die Berechnung nach der folgenden Zusammenstellung vornehmen:

Aus dem Raddruck P und der Umfangskraft Q folgt $\nu=\frac{Q}{P}$, aus (46) b und p_0 und damit $q_0=\nu p_0$. Für $\nu=\nu_m$ finden wir aus (44) oder Abb. 6 λ_m und damit die größte Druck- und Zugbeanspruchung mit Gl. (45). Der Schlupf ergibt sich dann aus (39 a) oder (39 b). Zur Erleichterung der Berechnung sind in Abb. 8 für jedes ν die Werte $\sigma_{y\,max}:p_0$ und $S:p_0$ eingetragen.

7. Schiene und Rad

In den vorstehenden Ausführungen ist nur die Beanspruchung in der Nähe der Berührungsstelle und in dieser untersucht worden, außerdem sind irgendwelche zusätzlichen Beanspruchungen außer dem Raddruck und der Tangentialkraft (Zugkraft) unberücksichtigt geblieben. Es ist selbstverständlich, daß dabei die Beanspruchungen in beiden Teilen des Reibungsgetriebes, also auch in Schiene und Rad die gleichen sind. Dies trifft bei Vollrädern auch in Wirklichkeit zu.

Bei Rädern mit aufgezogenen Radreifen lagert sich aber über die hier betrachteten Spannungen noch die Schrumpfspannung. Nennen wir den Außenhalbmesser des Radreifens r_a, den Innenhalbmesser r_i und das Schrumpfmaß $\delta=\Delta r_i:r_i$, so ist an irgend einer Stelle R, wenn $r_a>R>r_i$, die Tangentialspannung

Abb. 8
Schlupf und Beanspruchung.

Abb. 9
Ausgleich zwischen Zug- und Druckbeanspruchung bei zusätzlichen Schrumpfspannungen.

$$T=\frac{1}{2}\,\delta\,E\,\frac{r_i^2}{r_a^2}\left(\frac{r_a^2}{R^2}+1\right) \quad \ldots\ldots \quad (44).$$

also für $R=r_a$, d. h. auf der Lauffläche,

$$T_a=\delta\,E\,\frac{r_i^2}{r_a^2}.$$

Diese Zugbeanspruchung ist an jeder Stelle der Berührungsfläche den σ_y zuzufügen und wirkt nun äußerst günstig. Wie Abb. 6 zeigt, ist im Reibungsgetriebe die Druckbeanspruchung immer größer als die Zugspannung. Die Schrumpfspannung vermindert also im Radreifen die größte Druckbeanspruchung, vermehrt allerdings dafür die Zugbeanspruchung. Damit wird bei geringen Radbreiten, also hoher Beanspruchung, eine sehr erwünschte Verringerung der Druckbeanspruchung im Radreifen, bei geringerer Beanspruchung aber ein fast vollständiger Ausgleich zwischen Zug- und Druckbeanspruchung erzielt, Abb. 9.

Daraus folgt, daß auf jeden Fall die Schiene ganz bedeutend höher, und zwar auf Druck beansprucht wird, als der aufgeschrumpfte Radreifen.

8. Beispiele

1. Beispiel: Für die Triebräder von Lokomotiven mit 10 t Raddruck sei als tragende Breite l auf der Schiene $l=1$ bzw. 2, 3, 4 cm, als Zugkraft für jedes Rad sei 1 t usw. bis 5 t, also $\nu=0{,}1$ usw. bis 0,5 angenommen und unter diesen Verhältnissen seien drei Räder mit den Durchmessern 800, 1400 und 2000 mm untersucht. In Abb. 10 bis 12 sind die Ergebnisse der Rechnung wiedergegeben, aus denen sich ergibt, daß man schon bei 2000 kg Zugkraft in jedem Rad ($\nu=0{,}2$) mit ganz bedeutender Druckbeanspruchung wird rechnen müssen.

Infolge der Schrumpfspannung im Radreifen werden diese Werte bei einem Schrumpfmaße von $\delta=1:1000$ um etwa 1600 bis 2000 kg/cm² verringert. In der Schiene tritt diese Verringerung aber nicht ein.

Die Breiten l der Berührungsflächen halten sich je nach der Lage des Radreifens auf der Schiene und dem Zustande der beiden Oberflächen zwischen $l=1$ cm bis $l=2$ cm, Abb. 13.

2. Beispiel: Sachs hat an einem Reibungsgetriebe mit Scheiben von 300 mm Durchmesser und 2,5 cm Breite Schlupfmessungen angestellt, die von Fromm nachgerechnet worden sind. Die Normalkraft war $P=6{,}67$ kg. Damit errechnet sich $p_0=1363$ kg/cm². Die Frommschen Werte sind mit den nach (39 a) sich ergebenden Werten, dann aber auch nach (39 b) und mit den Versuchswerten in Abb. 14 zusammen eingetragen. Man erkennt daraus einmal, daß die nach (39 a) und (39 b) ermittelten Schlupfwerte sich den gemessenen Werten sehr stark nähern, während die Frommschen Werte infolge Vernachlässigung der Gleitung weit davon abbleiben. Es besteht übrigens zwischen den Versuchs- und Rechnungswerten ein deutlicher, wenn auch sehr geringer, Unterschied, der darauf hindeutet, daß noch ein weiterer, wenn auch geringer Einfluß (vielleicht die Halbmesserverkürzung) vernachlässigt wurde.

RZ788Z10

Abb. 10
800 mm Raddurchmesser.

Abb. 10 bis 12
Darstellung der Rechnungsergebnisse für drei Räder mit verschiedenen Raddurchmessern bei 10 t Raddruck.

9. Die rollende Reibung

Aus unseren Ausführungen geht hervor, daß jedes bungsgetriebe einen Energieverlust zeigt, der nur 1 den Belastungsverhältnissen abhängt. Man könnte aus einen Beiwert der rollenden Reibung eiten, der aber natürlich auch von den einzelnen Faken abhängt, die den Schlupf und damit den Energielust bestimmen. Einen allgemeinen, für bestimmte rkstoffe geltenden Beiwert gibt es also nicht. Wir llen daher auf die Bestimmung eines solchen Beiwertes zichten.

Gl. (39 a) und Gl. (39 b) zeigen ferner, daß der lupf (Energieverlust) der Tangentialkraft verhältnis-

Abb. 13
Druckbild, durch ein Lokomotivrad von 800 mm Laufkreis-Dmr. bei 6 t Raddruck auf der Schiene erzeugt.

Abb. 11. 1400 mm Raddurchmesser.

Abb. 12. 2000 mm Raddurchmesser.

RZ788Z15

Abb. 14
Vergleich zwischen Rechnung und Versuch.

a Berechnung nach Fromm
b, c „ „ Lorenz
b ohne Vernachlässigung von δ_z
c mit „ „ „ (ebener Spannungszustand)
d Versuch Nr. 464 von Sachs

$p_0 = 1363$ kg/cm², $\mu = \frac{10}{3}$, $E = 2{,}2 \cdot 10^6$ kg/cm²

gleich ist. Bei fehlender Tangentialkraft verschwindet auch der Schlupf, und damit würde der Reibungswiderstand bei rollender Reibung ohne Kraftübertragung null. Mehr können wir auf Grund unserer Entwicklungen über die rollende Reibung

ohne Energieübertragung nicht aussagen, und das hat seine Ursache darin, daß wir das Coulombsche Gesetz als gültig ansahen. Ob dieses Gesetz für sehr kleine Kräfte noch gilt, wissen wir nicht. Es scheint aber, daß dies der Fall ist, nachdem alle Schlupflinien der Versuche von Sachs und Jahn mit sinkender Umfangskraft dem Nullpunkte zustreben.

Ergebnis

Die Berechnungen der Spannungen in der Berührungsfläche von Reibungsgetrieben zeigen, daß die Beanspruchungen ganz außerordentliche Werte erreichen, die unbedingt zu einem raschen Verschleiß, insbesonder von Schienen und Radreifen, führen müssen. Eine Ve ringerung der Beanspruchung läßt sich nur durch ein Vergrößerung der axialen Breite l der Berührungsfläch erzielen, wozu aber andre Schienen- und Radreifenforme nötig wären.

Der Vergleich mit den Versuchen von Sachs un übrigens auch mit den Jahnschen Messungen gibt gu Übereinstimmung der Rechnungs- und Versuchswerte de Schlupfes innerhalb der Gültigkeitsgrenze des Hook schen Gesetzes. [B 788]

Verhindern des Wachsens von Grauguß durch Zusatz von Phosphor und Titan

R. R. Kennedy und G. J. Oswald[1]) haben versucht, graues Gußeisen zu erzeugen, das nur ein geringes Wachsen bei wiederholtem Erhitzen über der kritischen Temperatur zeigt.

Bei den Untersuchungen wurde normales Kuppelofeneisen verwendet. Die Probestäbe Nr. 3, Zahlentafel 1, wurden unter Zusatz von 1 vH metallischem Mangan in eine Handpfanne mit Gußeisen mit geringem Gehalt an Silizium gegossen. Dem Gußeisen der Probestäbe Nr. 4 mit hohem Si-Gehalt wurde 1 vH Phosphor in Form von Eisenphosphid zugesetzt. Dem Gußeisen mit niedrigem Siliziumgehalt der Probestäbe Nr. 5 wurde 1 vH Nickelschrott und 0,5 vH Chrom in Form von Ferrochrom zugesetzt. Das Eisen absorbiert nur einen Teil des Chroms, weil dessen Schmelzpunkt sehr hoch liegt. Die Analysen der Stäbe sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Zusammensetzung der untersuchten Stäbe

Probe-Nr.	S vH	P vH	Mn vH	Si vH	Ges. C vH	Ni vH	Cr vH
1	0,070	0,60	0,58	2,90	3,12		
2	0,080	0,52	0,51	2,19	3,54		
3	0,068	0,61	1,51	2,39	3,41		
4	0,076	1,56	0,52	2,88	2,96		
5	0,083	1,49	0,45	1,84	3,23	1,12	0,17

Das Gußeisen wurde in 355 mm langen Stäben von 32 mm Dmr. gegossen. Die Stäbe wurden geteilt, auf 25,4 mm Dmr. und 127 mm Länge und auf genau parallele Endflächen bearbeitet. Jedesmal wurden zwei Stäbe der gleichen Zusammensetzung untersucht.

Zur Ermittlung der Länge der Stäbe dienten Kaliber und Johansson-Meßgeräte. Der Durchmesser wurde mit Mikrometer gemessen, wobei man Sorgfalt darauf verwendete, daß die Messung immer an derselben Stelle mehrere Male vorgenommen wurde. Die ersten Messungen wurden auf $^1/_{10000}$ Zoll genau genommen, aber nach einigen Erhitzungen war die Verformung so groß, daß es unmöglich war, dieselbe Genauigkeit einzuhalten, und man gab sich mit $^1/_{1000}$ Zoll zufrieden. Um eine zu große Oxydschichtbildung zu verhindern, wurden die Stäbe in einen Stahlbehälter mit Gußspänen eingepackt, dessen Deckel mit feuerfestem Ton verschlossen wurde, und bei einer Temperatur von ungefähr 844 °C mit einem Spiel von plu oder minus 28 °C bei jedem Versuch 3 h erhitzt. Die Stäb wurden aus dem Behälter nach der 1., 6., 11., 25. und 50. E hitzung herausgenommen und gemessen. Die Ergebniss zeigt Zahlentafel 2.

[1]) La Revue de Fonderie Moderne 1927 S. 415.

Zahlentafel 2
Meßergebnisse der Gußeisenproben nach der Wärmebehandlung

Probe-Nr.	Gewachsen in der Länge (127 mm) nach 50 Erhitzungen mm	Gewachsen im Durchmesser (25,4 mm) nach 50 Erhitzungen mm	Gewachsen im Rauminhalt vH
1	10,7	1,98	26,24
1 A	13,8	2,97	38,48
2	13	2,42	32,20
2 A	12,6	2,54	32,77
3	13,8	2,87	37,25
3 A	12,4	2,37	30,75
4	4,3	1,7	17,63
4 A	3,2	1,55	15,64
5	11,3	2,14	28,15
5 A	11,1	2,18	28,32

Der Stab 1 A, der aus Gußeisen mit hohem Si-Gehal gegossen war, zeigte das größte Wachstum der ganzen Reih und hatte auf der Oberfläche bedeutende Risse. Der Sta Nr. 1 hatte etwas weniger Wachstum, war aber auch seh rissig. Die Stäbe Nr. 2 und 2 A, die aus Gußeisen mit g ringem Si-Gehalt hergestellt waren, zeigten ein bedeute des Wachstum, aber keine Risse. Auch die Stäbe 3 un 3 A mit hohem Mn-Gehalt wiesen Wachstum und Risse au Alle Stäbe hatten einen gesunden Kern, der von ein schwammartigen Masse umgeben war. Die Probe 1 A m dem größten Wachstum hatte den kleinsten Kern un die Stäbe 4 und 4 A mit hohem P-Gehalt den größten Ke von gesundem Werkstoff.

Da bei allen Proben keine Desoxydation des Gußeise stattgefunden hatte, kann man annehmen, daß eingeschlo sene Gase einen Einfluß auf das Wachstum hatten. Ei neue Reihe Probestäbe mit hohem P-Gehalt und eine and mit hohem Si-Gehalt wurden dann nach vorheriger De oxydation des Eisens angefertigt. Jeder Gießpfanne wu den 0,25 vH Titan in Form von Ferrotitan zugesetzt. Dan die Desoxydation vollkommen war, wurde das Meta dauernd umgerührt und solange wie möglich in d Pfanne gehalten. Dann wurde es abgeschäumt und gegosse Gleichzeitig wurden je zwei Stäbe von dem gleichen Gu eisen ohne Desoxydation gegossen. Alle Stäbe wurden l arbeitet, gemessen und erhitzt mit dem Unterschied, d die Versuche 25mal anstatt 50mal wiederholt wurden. I Analysen der Proben ergaben die Werte nach Zahlentafel

Zahlentafel 3
Zusammensetzung der desoxydierten Stä

Probe-Nr.	S vH	P vH	Mn vH	S vH	Ges. (vH
6	0,076	0,58	0,63	2,93	3,21
7	0,070	1,67	0,64	2,80	3,06
8	0,074	0,60	0,60	2,81	3,24
9	0,069	0,57	0,69	2,98	3,33

Zahlentafel 4 zeigt das Wachsen dieser Proben.

Zahlentafel 4
Meßergebnisse der Proben aus desoxydiertem Gußeisen

Probe-Nr.	Gewachsen in der Länge auf 127 mm nach 25 Erhitzungen mm	Gewachsen im Durchmesser nach 25 Erhitzungen mm	Gewachsen i Rauminhalt vH
6	1,93	0,58	6,34
6 A	2	0,66	6,90
7	1,45	0,57	5,86
7 A	1,42	0,51	5,18
8	4,9	1,14	13,37
9	3,3	0,89	9,90

Bei der Prüfung dieser Zahlentafel stellte sich hera daß das Wachstum für alle Stäbe nach der 25. Erhitzu bedeutend geringer war als bei dem ersten Versuch, gleich die Zusammensetzung fast übereinstimmte. Der l weis war erbracht, daß eine kräftige Desoxydation ei verzögernde Wirkung auf das Wachstum hat. Wieder ze ten die Stäbe mit dem höchsten P-Gehalt das gering Wachstum; aber der Unterschied war nicht so ausgeprä

Amberg [N 1126] H. Illies

Ergebnisse der Bauer-Wach-Schiffsmaschine

Beschreibung der Anlage — Ausführung und Ergebnisse an Messungen

Die Deutsche Schiff- und Maschinenbau-A.-G., Werk Act.-Ges. „Weser" in Bremen, hat im Jahre 1927 den Dampfer „Arion" der Dampfschiffahrtsgesellschaft „Neptun" in Bremen mit drei gleichen Schwesterschiffen erbaut.

Hauptangaben:

Länge zwischen den Loten	86 m
Breite auf Spanten	13,99 „
Tiefgang	5,4 „
Tragfähigkeit hierbei	3200 t
Verdrängung	5110 t
Brutto-Raumgehalt	2014 B.-R.-T.
Netto-Raumgehalt	1026 N.-R.-T.
Gesamtleistung der Maschinenanlage	1170 PS_i
Leistung der Abdampfturbine	280 PS_i
Normale Schiffsgeschwindigkeit	10 Kn

Die Maschinenanlage besteht aus einer Heißdampfmaschine mit dreifacher Dampfdehnung und einer Abdampfturbine. Die drei Zylinder haben 500, 800 und 1280 mm Dmr. bei 900 mm Hub. Die Abdampfturbine, Bauart Parsons, ist mit der Schraubenwelle durch ein doppeltes Getriebe verbunden, das ihre Drehzahl von 4500 Uml./min auf 80 Uml./min bei normaler Leistung herabsetzt.

Den Aufbau der Anlage zeigen Abb. 1 bis 4. Das große Zahnrad sitzt auf der hohlen Drucklagerwelle, die im Gehäuse des Getriebes gelagert und mittels der hohlen Zwischenwelle in einer möglichst großen Entfernung vom letzten Grundlager der Kolbenmaschine mit der Wellenleitung gekuppelt ist. Daher bleibt eine Abnutzung der Grundlager ohne Einfluß auf die Lagerung und den Eingriff des großen Zahnrades. Bei Störungen kann man durch Abflanschen dieser Hohlwelle die Abdampfturbine samt Getriebe abschalten. Ebenso ist die Kolbenmaschine loskuppelbar, wobei die Turbine durch Frischdampfzuführung noch mit 40 vH der Gesamtleistung arbeitet.

Die Wirtschaftlichkeit der Abdampfturbine bedingt eine hohe Drehzahl. Da diese jedoch das Umsteuern der Abdampfturbine außerordentlich erschwert, schaltet man die Turbine beim Umsteuern der Hauptmaschine ab. Zu diesem Zweck ist eine Flüssigkeitskupplung zwischen dem ersten und zweiten Getriebe und eine Drucklanlage vorgesehen. Wenn diese Kupplung nicht gefüllt ist, läuft nur das große Zahnrad auf der Hohlwelle und das zugehörige verhältnismäßig langsam laufende Ritzel leer mit. Beim Zuschalten der Abdampfturbine während des Betriebes betätigt man einen Ölverteilschieber, der Drucköl in die Kupplung eintreten läßt. Erst wenn die Ölkupplung gefüllt ist, kommt die Ölleitung nach dem Dampfumschaltventil

Abb. 1 und 2.
Kolbenmaschine mit Abdampfturbine, Anordnung Bauer-Wach.

Buchstabenerklärung zu Abb. 1 und 2

a Umschaltventil
b Kondensator
c Abdampfturbine
d erste Zahnradübersetzung
e Ölkupplung
f zweite Zahnradübersetzung
g Einscheiben-Drucklager

Schnitt A-B

Abb. 3 und 4
Abdampfturbine, Getriebe und Kupplung.

Abb. 5 Abb. 6 Abb. 7 Abb. 8 Abb. 9 Abb. 10

Abb. 5 bis 10. Fahrt mit Abdampfturbine.

Abb. 11 Abb. 12 Abb. 13 Abb. 14 Abb. 15 Abb. 16

Abb. 11 bis 16. Fahrt ohne Abdampfturbine.

0 5 10 Umdrehungen Abb. 5 bis 16

Schaubilder des Föttinger-Indikators, aufgenommen am 30. September 1927 während der Fahrt von Antwerpen nach Oporto.

Abb.	HD-Füllung vH	at abs	Uml./min	°C	PS_e	Abb.	HD-Füllung vH	at abs	Uml./min	°C	PS_e
5	35	14,93	74	264	737	11	35	15,19	70	275	612
6	38	15,04	77	266	848	12	40	15,10	72,5	288	676
7	41	14,90	79	261	910	13	45	15,27	75,6	280	797
8	45	14,97	82	278	1027	14	50	15,0	77,2	265	839
9	50	14,96	85	297	1082	15	55	14.87	82,6	295	995
10	57	14,91	89	314	1277	16	60	14,97	85,8	235	1108

unter Druck, so daß dieses den Dampf vom Kondensator nach der Abdampfturbine umstellt.

Die erste Beschleunigungsarbeit für das Rädervorgelege und die Abdampfturbine leistet also die Kolbendampfmaschine. Dies ist an sich kein Nachteil und bietet die Sicherheit, daß das Dampfumschaltventil erst umgestellt wird, wenn der Kupplungsvorgang beendet ist. Infolge dieser Anordnung kann die Abdampfturbine nicht durchgehen. Beim Umsteuern sperrt das Umschaltventil erst den Dampf von der Turbine ab und leitet ihn nach dem Kondensator; dann erst entleert sich die Ölkupplung.

Der diesen Vorgang vermittelnde Ölverteilschieber ist mit dem Umsteuergestänge der Kolbendampfmaschine mechanisch so verbunden, daß er beim Umsteuern selbsttätig umgestellt wird und ein besonderer Handgriff des Maschinisten hierbei nicht erforderlich ist. Anderseits ist die Turbine durch diese Verbindung beim Vorwärtsgang stets ein- und abzuschalten, während der Ölverteilschieber beim Rückwärtsgang durch das Gestänge verblockt ist.

Während der ersten Ausreise des Schiffes vo[m] 29. September bis zum 2. Oktober 1927 zwischen An[t]werpen und Oporto haben Leistungsversuche a[n] der Kolbenmaschine mit und ohne Zuschaltung der Abdamp[f]turbine stattgefunden. Ein selbstschreibender Föttinge[r]-Indikator, der unmittelbar vor der Schraube eingebaut wa[r], zeigte die Wellenleistung an, Abb. 5 bis 16. Die Leistun[g] der Kolbenmaschine wurde indiziert.

Um den Leistungsanteil der Abdampfturbine bei ve[r]schiedener Belastung festzustellen, hat man je sechs Me[s]sungen zwischen etwa 35 und 60 vH Füllung im H[D]-Zylinder ausgeführt. Dampfdruck und Temperatur wu[r]den dabei nach Möglichkeit unveränderlich gehalten. B[ei] dem Versuch mit eingeschalteter Abdampfturbine blieb d[ie] Kühlwassermenge bei allen Versuchen gleich, so daß i[m] Anfang bei 35 vH Füllung mit 95,38 vH Luftleere bei etw[a] 88facher, am Ende bei 57 vH und 93,53 vH mit rd. 46fach[er] Wassermenge gefahren wurde. Die Dampfstrahl-Luftpum[pe] war während dieser Messungen mit ihrer vollen Leistu[ng]

Zahlentafel 1
Ergebnisse der Meßfahrten.

Nr.	Zeit	Dampf: Druck am HD-Zyl.	Temp. am HD-Zyl.	Druck am Turbineneintritt	Temp. am Turbineneintritt	Nässe angn.	Druck am Turbinenaustritt	Temp. am Turbinenaustritt	HD Füllung	Umdrehungen	Dampfmenge	Leistungen: N_i der Kolbenmaschine	mech. Wirkungsgrad der Kolbenmaschine	N_e der Kolbenmaschine	N_e Kolb. + Turb.	N_e Turb. allein	N_i Kolb. + Turb.	Dampfverbrauch: Kolbenmasch. + Turbine	Kolbenmasch. + Turbine	Tur bin
	von bis	at abs	°C	at abs	°C		at abs	°C	vH	Uml./min	kg/h	PS_i	vH	PS_e	PS_e	PS_e	PS_i	kg/PS_eh	kg/PS_ih	kg/PS
	Vorversuch am 29. September 1927																			
1	10—13	14,94	258	0,413	75,8	0,921	0,0619	38,94	37,5	70,6	3716	696	82,5	575	795	220	964	4,67	3,85	17,1
	Vergleichsmessung mit Turbine am 30. September 1927																			
2	10^{00}	14,98	264	0,357	73,0	0,943	0,0462	—	35	74,0	3540	662	81,5	539	737	198	905	4,80	3,92	17,8
3	10^{35}	15,04	266	0,403	75,7	0,938	0,0530	—	38	77,0	3870	724	83,2	602	848	246	1015	4,56	3,81	15,7
4	11^{04}	14,90	261	0,450	78,5	0,939	0,0548	36,60	41	79,0	4260	777	84,3	655	910	255	1076	4,68	3,96	16,7
5	11^{35}	14,97	278	0,470	79,5	0,948	0,0620	38,50	45	82,0	4540	845	85,5	723	1027	304	1203	4,32	3,78	14,9
6	12^{40}	14,96	297	0,560	83,8	0,964	0,0638	39,10	50	85,0	4940	937	86,5	811	1082	271	1255	4,56	3,94	18,2
7	13^{20}	14,91	314	0,640	87,0	0,980	0,0647	39,60	57	89,0	5450	1040	87,1	907	1277	370	1470	4,27	3,71	14,[illegible]
	Vergleichsmessung ohne Turbine am 30. September 1927																			
8	16^{00}	15,19	275	0,166	—	—	0,166	—	35	70,0	3380	733	83,4	612	—	—	—	5,53	4,62	—
9	16^{20}	15,10	288	0,179	—	—	0,179	—	40	72,5	3790	798	84,7	676	—	—	—	5,60	4,75	—
10	16^{55}	15,27	280	0,190	—	—	0,190	—	45	75,6	4540	917	86,3	792	—	—	—	5,73	4,95	—
11	17^{45}	15,00	265	0,183	—	—	0,183	—	50	77,2	5160	969	86,7	839	—	—	—	6,15	5,33	—
12	18^{16}	14,87	295	0,179	—	—	0,179	—	55	82,6	5350	1150	87,5	995	—	—	—	5,37	4,65	—
13	18^{45}	14,97	275	0,190	—	—	0,190	—	60	85,8	6290	1266	87,6	1108	—	—	—	5,67	4,97	—
	12stündige Kohlenmeßfahrt am 1. Oktober 1927																			
14	10—22	15,24	289	0,490	79,8	0,948	0,0672	40,36	45	76,95	4395	815,5	85,2	695	963	268	1130	4,57	3,89	16,
	4stündige Kohlenmeßfahrt am 2. Oktober. 1927																			
15	16—20	14,92	287,5	0,675	88,1	0,958	0,0774	42,52	55	90,4	5865	1067	87,3	933	1287	354	1470	4,55	3,99	16,

Abb. 17 und 18.
Schaubilder der Meßergebnisse.

Gesamtleistung der Kolbenmaschine nebst Abdampfturbine in WPS · Leistung der Kolbenmaschine bei Kondensatorbetrieb in WPS · desgl. bei Betrieb mit Abdampfturbine in WPS *d* Drehzahl der Kolbenmaschine bei Betrieb mit Abdampfturbine *e* desgl. bei Betrieb ohne Abdampfturbine *f* Leistungsgewinn durch die Abdampfturbine

a Indizierte Gesamtleistung der Kolbenmaschine nebst Abdampfturbine *b* Indizierte Leistung der Kolbenmaschine mit Kondensatorbetrieb *c* desgl. bei Betrieb mit Abdampfturbine *d* spezif. Dampfverbrauch der Kolbenmaschine mit Kondensatorbetrieb *e* desgl. bei Betrieb mit Abdampfturbine

Betrieb. Bei dem Versuch ohne Abdampfturbine hatte 1 die Kühlwasserpumpe gedrosselt und die Leistung Dampfstrahlers verringert.

Die Dampftemperatur wurde mit Stabthermometern, Anfangs- und Enddruck an der Turbine mit Queck- ermanometern gemessen. Jede Messung dauerte eine be Stunde. Die Umdrehungen wurden gezählt. Da der bau von Düsenmeßgeräten für das Kondensat nicht glich war, ermittelte man den Dampfverbrauch in einer ilfstündigen Messung bei 45 vH Füllung und in einer stündigen Messung bei 55 vH Füllung durch einen in Druckleitung der Kondensatpumpe eingebauten Wasser- sser. Die Dampfmengen für die übrigen Füllungen den aus den jeweiligen Dampfzuständen und dem der hzahl entsprechenden Füllungsgrad berechnet.

Der mechanische Wirkungsgrad der Kolbenmaschine ab sich aus den bei den Versuchen ohne Turbine gleich- ig gemessenen effektiven und indizierten Pferdestärken. Versuchswerte sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. in Abb. 17 verzeichneten Meßergebnisse für die stung an der Welle und die Drehzahlen sind über der npfmenge als Grundlinie aufgetragen.

Der mittels der Abdampfturbine erzielte Leistungszu- hs beträgt für die Konstruktionsdampfmenge von 0 kg/h 25 vH. Dabei wächst die Schraubendrehzahl 76,2 auf 81,7 Uml./min, also um 7,2 vH. Bei Über- ung der Anlage auf 6000 kg/h steigt der Leistungs- inn auf 31 vH. Die Schraubendrehzahl wächst dann 84,2 auf 93,6 Uml./min, also um 11,2 vH.

Während der vorstehend angegebenen Messungen be- r der Leistungsanteil der Turbine an der Gesamtleistung a 27 vH. Der bei fallender Leistung nahezu gleichbleibende Betrag findet seine Erklärung durch die verbesserte Luftleere.

Abb. 18 zeigt die Gegenüberstellung der indizierten Leistungen und des spezifischen Dampfverbrauchs mit und ohne Turbine. Der Dampfverbrauch mit eingeschalteter Turbine beläuft sich bei der Konstruktionsdampfmenge auf 3,85 kg/PS$_i$h, während er bei der Kolbendampfmaschine mit Kondensatorbetrieb und ausgeschalteter Abdampfturbine 4,95 kg/PS$_i$h beträgt. Infolge der niedrigen Überhitzung mag die Zahl an sich wohl etwas ungünstig erscheinen, es ist jedoch absichtlich vermieden worden, die gemessenen Werte auf höhere Überhitzung umzurechnen.

Aus den Messungen ergibt sich somit, daß die Kolbenmaschine in dem Gebiete von 0,45 at abs bis auf Kondensatorspannung nur 9 bis 10 vH zu leisten vermag, während die Turbine bei dem gleichen Anfangsdruck und verbesserter Luftleere 38 vH und mehr aufbringen kann. Die für einen niedrigeren Kondensatordruck erforderliche größere Kühlwasser- und Luftpumpenleistung drücken diesen Gewinn zwar wieder etwas herab; der Einfluß ist jedoch nicht groß, da ein Teil dieses Mehrbedarfs durch höhere Vorwärmung des Kesselspeisewassers wieder eingebracht wird. [B 1166]

Berichtigung

Erschütterungen im Straßenbahnbetrieb

Der in Abb. 2 des Aufsatzes „Die Erschütterungen im Straßenbahnbetrieb" in Heft Nr. 4 vom 28. Januar 1928 abgebildete Erschütterungsmesser gehört nicht der Berliner Straßenbahn, wie aus dem Text zu der Abbildung entnommen werden könnte, sondern ist im Besitze der seismischen Abteilung des Geodätischen Instituts Potsdam, das den Erschütterungsmesser auch entwickelt hat. [N 1231]

Die Wasserversorgung der Stadt Cleveland (Ohio)

Von Wm. H. Engelmann, Mech. Engineer M. A. S. M. E. und H. G. Schwegler, Civil-Engineer, Cleveland (Ohio

Die für die Anlage maßgebenden Gesichtspunkte — Allgemeine Beschreibung — Eingehende Erläuterung einer neuzeitlichen Pumpanlage

Die Stadt Cleveland liegt am südöstlichen Ufer des Eriesees, eines der fünf großen Binnenseen, die einen Teil der Grenze Nordamerikas gegen Kanada hin bilden. Von der Gründung der Stadt im Jahre 1796 wuchs seine Bevölkerung bis heute, d. h. in 130 Jahren, zu 1,2 Mill. an. Cleveland ist damit die fünftgrößte Stadt in Nordamerika. Das Gelände in der Umgebung der Stadt ist flach, und die Möglichkeiten, größere Mengen Wasser zu gewinnen, sind gering. So war es natürlich, daß schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, als die Jahre raschen Wachstums einsetzten, der große Wasserspeicher, der Eriesee, die Wasserversorgung mit übernehmen mußte.

Abb. 1
Lageplan der Stadt Cleveland.

Der Wasserbedarf

Wie Abb. 1 zeigt, liegt die Stadt an der Stelle der größten Einbuchtung des Sees, der 402 km lang, 96 km breit ist und rd. 496 000 Mill. m³ Wasser enthält. Die mittlere Tiefe des Sees an der Einbuchtung beträgt 17 m, der Boden besteht aus Sand und Lehm, mitunter etwas Fels. — Über die erste Wassergewinnungsanlage vom Jahre 1854 hinweg, die aus einer 90 m in den See reichenden Röhre von 1,25 m Dmr. und einer Pumpe samt Wasserkessel bestand, führt, wie Abb. 2 zeigt, mit dem raschen Wachstum der Bevölkerung die Linie des Wasserbedarfs und damit des Ausbaues der Wasserversorgun anlagen steil aufwärts zur heutigen Ausdehnung.

Abb. 2
Ausbau der Wasserversorgung und Anwachsen der Einwohnerzahl Clevelands seit 1885.

Der Cuyahoga-Fluß mit seinem 1 km breiten Tal, d hier in den Eriesee mündet, scheidet die Stadt in ei Ost- und eine Westseite. Auf der Ostseite leben zw Drittel, auf der Westseite ein Drittel der Bevölkeru Für Wasserversorgungszwecke ist die Stadt in vier A schnitte eingeteilt, und zwar ein niedrigster von 0 b 36 m, ein zweiter von 36 bis 75 m, ein dritter von 76 b 150 m und ein vierter von höher als 150 m über d Seespiegel gelegenen Stadtteilen.

Anlagen der Ostseite

In die östliche Stadthälfte führt eine unterirdis Wasserleitung von 2,70 m Dmr., die aus Backstein 33 dick gemauert und 8 km lang ist, unter dem See von d Wasserentnahmeanlage Nr. 3, Abb. 3 und 4. Dieses Ba werk ist ein Hohlzylinder mit 30 m äußerem und 15 innerem Durchmesser. Der Zylinder ist ringsum m Steinen umpackt und der Mantel ebenfalls ausgefüllt. ruht auf einem 1,20 m dicken Holzrost, der im S boden verankert ist. Das Seewasser dringt durch zw Reihen Öffnungen in den Zylinder ein und wird von d Pumpen der Kirtland-Pumpanlage durch einen senkrech Schacht und den östlichen Tunnel angesogen.

Abb. 5 bis 8 zeigen die Ergebnisse von Unt suchungen über die Anzahl der Bakterien auf 1 cm³ Was für verschiedene Entfernungen vom Ufer. Dabei besonders bemerkenswert der starke Einfluß auf die V unreinigung des Seewassers in der Nähe des Uf durch die Einmündung des Cuyahogaflusses und Entwässerungsanlagen der Stadt Cleveland. Dieser E fluß ist aber an der Stelle der Wasserentnahme im S nur noch ganz gering.

Die Kirtland-Pumpanlage, unmittelbar See auf der Ostseite gelegen, drückt das aus dem Tun angesogene, ungereinigte Wasser in das südöstlich da

Abb. 3 und 4
Wasserentnahmestelle Nr. 3.

Abb. 9
Tunnel unter dem Cuyahoga-fluß.

richtete Fairmount-Speicherbecken, Abb. 1. Die Pump-lage weist vier Kolbenpumpen von je 114 000 m³, eine reiselpumpe von 136 000 m³ und eine weitere von 3 000 m³ täglicher Leistung auf. Gegenwärtig wird eine eitere Kreiselpumpe von 340 000 m³ Tagesleistung auf-stellt, die die Gesamtleistung der Anlage auf rd. Mill. m³ täglich bringt. Die Kraft für den Antrieb mtlicher Pumpen liefern vier Stirling-Dampfkessel von 750 PS. Das Fairmount-Speicherbecken, t 52 m Spiegelhöhe über dem See, vermag 360 000 m³ zu fassen. Es wurde 1885 erbaut, besteht aus zwei Becken mit Betonboden und ist bis heute dauernd im Betrieb. Von hier aus drücken drei Kreiselpumpen, die zur Fairmount-Pumpanlage gehören, das Wasser 24 m höher durch die Reinigungsanlagen in das Baldwin-Becken. Dieses ist mit einem Fassungsvermögen von 590 000 m³ das größte Becken der Stadt; sein Spiegel liegt 69,50 m über dem Seespiegel. Von ihm aus wird ein beträchtlicher Teil des ersten, niedrigsten Versorgungsbezirkes mit Wasser versorgt, in den es vermöge der Schwerkraft von selbst läuft.

Zwei Kreiselpumpen mit je 90 000 m³ täglicher Leistung pumpen von diesem Becken aus Wasser in die Verteilungskanäle des Versorgungsbezirkes 2 und versorgen gleichzeitig auch das Kinsman-Becken mit 98,6 m Spiegelhöhe über dem See. Drei weitere zweistufige Kreiselpumpen pumpen Wasser in den dritten Bezirk und gleichzeitig zu dem im Südosten der Stadt gelegenen Warrensville-Becken mit 173,6 m Höhe über dem Seespiegel. Von hier aus bringen zwei zweistufige Kreiselpumpen Wasser zum Warrensville-Wasserturm, der 910 m³ faßt und dessen Wasserspiegel 244,2 m über dem See liegt. Der Turm stellt den höchsten Punkt der Wasserversorgung der Stadt Cleveland dar.

Abb. 5 bis 8
Anzahl der Bakterien in einem Kubikmeter Wasser auf 50 km Uferstrecke in verschiedenen Entfernungen vom Ufer.

Anlagen der Westseite

Die Wasserentnahmestelle „Crib Nr. 5", Abb. 1, ist versenkt ausgebildet, so daß Schiffe nicht behindert werden. Sie besteht aus einem senkrechten Zylinder, der mit einem kräftigen Holzrost abgedeckt ist und dessen oberer lichter Durchmesser 10 m beträgt. Von ihr aus führt eine unterirdische Leitung aus Betonblocksteinen von 3 m l. W. zu einer Gabelungsstelle, von wo aus das Wasser in zwei kleineren Rohren von 1,50 und 2,10 m l. W. durch drei Kreiselpumpen in die verschiedenen Reinigungsanlagen des Division-Werks gepumpt wird. Dieses liegt ebenfalls am See westlich der Einmündung des Cuyahoga-Flusses. Nach Reinigung fließt das Wasser in das Reinwasserbecken und wird mittels der dort befindlichen sieben Pumpen in das Verteilnetz der Versorgungsbezirke 1 und 2 gepumpt. Die täglich gelieferte Wassermenge beträgt hier 180 000 m³.

Gleichzeitig versorgen diese Pumpen auch die Merkel-Anlage, die 18 000 m³ täglich aufnehmen kann. Diese Anlage pumpt Wasser in das Staatsstraßen-Becken, das, im Süden der Stadt gelegen, die höchsten Gebiete seines Bereiches zu versorgen hat und mit seinem Wasserspiegel 171 m über dem See liegt.

Bei der Verteilung des Wassers sind die fünf unterirdischen Leitungen zu erwähnen, die unter dem Cuyahoga-Tal hindurchgeführt wurden. Sie enthalten die Hauptröhren, die Wasser von der Ost- zur Westseite und umgekehrt führen. Abb. 9 zeigt den Querschnitt eines der Tunnel.

Der Preis für Entnahme von Wasser beträgt hier 8 ₰/m³ mit einer Mindestgebühr von 25,20 ℳ jährlich für einen Wassermesser. Die Stadt Cleveland hat ihre Vorstädte durch Vertrag gebunden, von ihr Wasser zu beziehen. Da die Stadt jährlich durchschnittlich um rd. 40 000 Einwohner zunimmt, ist eine vorausschauende Wasserversorgungspolitik notwendig. Daher sind auch

Abb. 10 und 11
Aufriß und Grundriß der Fairmount-Pumpstelle.

- *a* Bunker
- *b* Förderband
- *c* Kohlenbrecher
- *d* Hochbunker
- *e* Kesselanlage
- f_1, f_2, f_3 De Laval-Hochdruck-Dampft binenpumpen. 1670 PS, 705 Uml./m Leistung je 80 000 m³/Tag
- g_1, g_2 desgl., 565 PS, 645 Uml./min, Leistu je 80 000 m³/Tag
- *h* desgl., 645 Uml./min, Leistung 200 000 m³/Tag
- *i*, *k* desgl., 400 Uml./min, Leistung je 300 000 m³/Tag
- l_1, l_2 200 kW-Wechselstromdynamos, Dampfturbine getrieben
- m_1, m_2 Druckzuggebläse, getrieben 125 PS-Dampfturbine
- n_1 8 stufige Kesselspeisepumpe 1000 l/m, getrieben von 80 PS-Dampfturbin
- n_2 desgl., 1300 l/min, getrieben 110 PS-Dampfturbine
- n_3 desgl., 1000 l/min, getrieben 87 PS-Wasserturbine
- *o* Luftkompressor, getrieben von 30 Elektromotor
- *p* Reinigungspumpe mit 3 PS-Motor
- q_1, q_2 Nashpumpe für Heizluft
- r_1, r_2 Ölreiniger mit 2 PS-Motor
- s_1, s_2 Wasserenthärtungsbehälter
- t_1, t_2 Speisewasservorwärmer in Zwillingsanordnung
- *u* Hochdruck-Luftkompressoren
- *v* Salzbehälter zur Wasserenthärtun
- w_1 bis w_4 De Laval-Wasserturbinen
- *x* Ölpumpe, von Elektromotor getrieben
- *y* Ölpumpe, von Wasserturbine getrieben

an der östlichen und westlichen Stadtgrenze je eine weitere Anlage mit Wasserentnahmestelle und Rohrleitungsnetz geplant. Die östliche, die Nottingham-Anlage, wird demnächst in Bau genommen werden und soll täglich 1,36 Mill. m³ liefern.

Die Fairmount-Pumpanlage

Die Fairmount-Pumpanlage wurde Anfang 1925 fertiggestellt. Sie pumpt 800 000 m³ Rohwasser täglich vom Fairmount-Speicherbecken zum 24 m höher gelegenen Baldwin-Becken, 160 000 m³ Reinwasser täglich vom Baldwin-Becken in den ersten Versorgungsbezirk und 240 000 m³ Reinwasser täglich in den zweiten Versorgungsbezirk.

Ferner liefert sie Dampf von und bis zu 46 000 kg/h für Fernheizwerke „Euclid Aven und „Ost“, 105 te Straße, die mit die Gebäude des umlieg den Bezirkes heizen. Sie sorgt zu Heizzwecken die 1 km entfernt liegende Baldw-Reinigungsanlage mit 7000 k Dampf unter einem Druck 0,2 bis 0,7 at und erzeugt el trische Energie von 400 Wechselstrom für eigenen Kr und Lichtbedarf sowie für der Baldwin-Reinigungsanlag

Ausrüstung der Anlage

Einen Schnitt durch die Anlage zeigt Abb. 10, Grundriß mit der Maschinenanordnung Abb. 11. Eisenbahnwagen entleeren die Kohle in Bunker *a*. hier bringt sie ein Förderband *b* zum Brecher *c*, der auf 3 cm Korngröße zerkleinert. Sie gelangt dann in z Becherwerken zu dem großen Bunker *d*, der ein Fassun vermögen von 3350 t hat und sich über die ganze Lä der Kesselanlage erstreckt. Obwohl 80 vH der Kohlen o weitere Beförderung unmittelbar in die Feuerung fall ist es mittels einer Fördervorrichtung möglich, die Koh innerhalb des Bunkers an jede gewünschte Stelle bringen. Im Becherwerk werden sie selbsttätig gewog

Abb. 12
Schnitt durch einen Stirlingkessel.

ßerdem ist am Einlauf jedes Kessels ein Mengenzeiger, Bauart „Bailey" angebracht.

Die Asche wird beim Verlassen der Roste zerkleinert d fällt durch Schieberklappen, die mittels Druckwasser tätigt werden, in Kippwagen von 1 m³ Inhalt. Diese Wagen rden durch einen Aufzug zu dem oben erwähnten Becherrk gebracht, das die Asche in den Sammelbunker berdert, der unmittelbar in Eisenbahn- oder Lastwagen entlen kann.

Für die Feuerung wird eine Kohle verwandt mit 00 kcal/h und 12 vH Asche zu einem Preise von 3 $/t ei Pumpwerk. Dieser Kohlenart entsprechend wurden Kohlenzufuhr- und Kesselanlagen gewählt.

Kesselanlage

Der gute Wirkungsgrad der Feuerung wird erreicht rch künstlichen Zug und z. T. Druckzug von 150 mm assersäule. Der Druck wird von einem Gebläse erugt, das bis zu 2300 m³/min Luft liefern kann. Der Treppenrost hat 17 m² Fläche und ist beweglich. Bei Überlastung eines Kessels bis zu 125 vH werden rd. 900 m³/min Luft verbraucht. Die für die verschiedene Belastung des Kessels notwendige Regelung der Speisewasserzuführung wird durch den thermostatischen Kesselspeisewasser-Regler „Copes", der auch in Deutschland eingeführt ist, bewerkstelligt.

Es sind vier Stirlingkessel aufgestellt, Abb. 11. Ihre Anordnung, Größe und Leistungsfähigkeit zeigt Abb. 12. Bei der Einmauerung, die aus 57 cm dicken, feuerfesten Steinen besteht, ist der in den Seiten eingemauerte Abfangbogen bemerkenswert, der gestattet, die unter ihm durchgebrannten Steine leicht zu ersetzen, ohne das darüber liegende Mauerwerk in Mitleidenschaft zu ziehen. Der untere Teil der Feuerung an den Treppenrosten ist mit Hohlsteinen ausgekleidet, die mittels durchströmender Luft kühlgehalten werden. Es ist vorgesehen, Rauchgasvorwärmer aufzustellen, sofern der Kohlenpreis ihre Anschaffung rechtfertigt.

Eine vorteilhafte Wärmeausnutzung wird durch folgende Anordnung erzielt. Der Kanal zur Vorwärmung der Verbrennungsluft ist nur durch eine dünne Eisenplatte von dem Fuchs getrennt. Rauchgase und Luft laufen in parallelen Kanälen, die Rauchgase zum Schornstein, die Luft zu dem am Fuße des Schornsteins angebrachten Gebläse. Dadurch wird die Luft erheblich erwärmt. Die durchgehende Luftmenge wird durch am Eingang angebrachte Klappen geregelt.

Zwischen Kessel- und Pumpenraum ist ein einstöckiger Raum eingeschaltet, der Hilfsraum, der alle Hilfsmaschinen mit Ausnahme der Kondensationspumpen enthält. Aus Gründen der Einfachheit, Betriebsicherheit und Sparsamkeit werden verschiedene Hilfsmaschinen durch Wasserturbinen getrieben, und zwar zwei von den drei Ölpumpen, eine von den drei Kesselspeisewasserpumpen, vier Treppenroste. Diese Wasserturbinen bestehen aus gewöhnlichen Kreiselpumpengehäusen, die mit entsprechenden Laufrädern versehen sind. Bei den hier vorliegenden Verhältnissen ergab es sich, daß der Wirkungsgrad der Wasserturbine gleichwertig oder fast besser ist als der einer gleichwertigen Pumpe. Für den Fall, daß der Dampfdruck so niedrig ist, daß die Hilfsmaschinen nicht arbeiten können, ist doch die Speisung sowohl wie die Beschickung durch die Wasserturbinen möglich.

Pumpenraum

Aus Abb. 11 sind die im Pumpraum vorhandenen Maschinen samt ihren Leistungen zu ersehen. Die Anordnung ist so getroffen, daß alle Maschinen von dem Hauptflur aus bedient werden können. Nur die acht Kondensationspumpen für je 1,75 bis 3.5 PS sind im Keller untergebracht und werden von Wasserturbinen bei 3 at Druck getrieben. Ein dauernder Betrieb dieser Turbinen ist dadurch gesichert, daß sie im Falle des Versagens der Wasserzufuhr aus einem Abschnitt selbsttätig aus den beiden andern mit Wasser versorgt werden.

Abb. 13
Zweistufige Hochdruckpumpe
für 80 000 m³ Tagesleistung.

Besonders erwähnenswert ist die Ausführungsart der drei zweistufigen Hochdruckpumpen, Abb. 13. Während sich bei den üblichen Konstruktionen zwischen den beiden Stufen ein Lager befindet, ist dies hier fortgelassen und beide Stufen sind in einem Gehäuse vereinigt. Dadurch war es möglich, diese drei Pumpen auf die Länge der übrigen zu bringen, und der Maschinenraum genügte in der Breite, die die übrigen Einheiten bedingten. Abb. 14 zeigt die übersichtliche Anordnung der Maschinen im Pumpraum. Im Vordergrund sind die Niederdruck- und im Hintergrund die Hochdruckpumpen aufgestellt. Sämtliche Pumpen sind mit zweiseitigem Einlauf ausgeführt.

Das Zahnradgetriebe für die acht Pumpen besteht aus Pfeilrädern mit einem Zahnradwinkel von 45°. Das Übersetzungsverhältnis beträgt für die Turbinen f_1, f_2, f_3 (Abb. 11) 5,2, für die Turbinen g_1 und g_2 7 und für die Turbinen h, i, und k 9,2. Der Drehungssinn des Antriebzahnrades ist so gewählt, daß der Lagerdruck vom Lagerkörper aufgenommen wird.

Ölversorgung

Im Hilfsmaschinenraum sind zwei Ölbehälter von je 5000 l Inhalt aufgestellt, die das Öl zur Schmierung der acht Kreiselpumpen sowie der meisten Hilfsmaschinen liefern. Die Behälter stehen so hoch über Flur, daß das Öl mit natürlichem Gefälle den Verwendungsstellen zufließt, wobei der Druck 0,3 at beträgt. Der Ölverbrauch der größeren Pumpeneinheiten beträgt 200 l/min, wobei außer der Schmierung auch eine ausreichende Kühlung der Lager und Übersetzungsgetriebe erreicht wird. Das gebrauchte Öl fließt in einen im Keller angebrachten Ölbehälter von 5600 l Inhalt. Sodann wird es durch zwei Zahnrad-Ölpumpen in die Schleudermaschinen befördert und nach erfolgter Reinigung in den oben gelegenen Hauptbehälter gedrückt, nachdem es durch die Messer und Kühler geflossen ist. Bei Störungen in der Ölleitung oder wenn der Ölspiegel im Behälter 25 cm unter den normalen Stand sinkt, tritt eine Alarmglocke von selbst in Tätigkeit.

Die Saug- und Druckleitungen sind aus gußeisernen Flanschrohren hergestellt. Von den beiden Saugrohren liefert das eine von 2,10 m Dmr. ungereinigtes Wasser für die drei Niederdruckpumpen unter einer Druckhöhe von 6 m, das andre gibt gereinigtes Wasser in den ersten und zweiten Versorgungsabschnitt ab. Rückschlagventile und Venturimesser sind am Auslauf jeder Pumpe angebracht.

Speisewasserenthärtung

Da die Fernheizanlage kein Kondensationswasser zurückliefert, ist es erforderlich, dem Kesselspeisewasser dauernd eine größere Menge Frischwasser zuzuführen. Die Menge dieses Frischwassers beträgt oft bis zu 45 000 kg/h. Das zur Verfügung stehende Wasser aus dem Eriesee enthält nicht ganz 1 g Kesselstein bildende Teile auf 1 kg Wasser. Durch die Anwendung von Zeolith kann das Wasser völlig enthärtet werden bei einem Kostenaufwand von 0,50 $ für 50 000 kg. Die Einrichtung erfordert nur einen geringen Raum, ist sehr sauber in der Handhabung und sehr leicht zu bedienen. Sie wurde von der Wayne Tank and Pump Co. geliefert und hat eine Leistungsfähigkeit von 1 280 000 kg Wasser in 24 h.

Die beiden Klärbecken werden abwechselnd benutzt. Der ein Stockwerk höher untergebrachte Salzbehälter braucht nur alle 20 Tage frisch gefüllt zu werden. Der Auflösungskessel steht dicht unter dem Salzbehälter; der Zulauf der gelösten Flüssigkeit wird vom Hauptflur im Hilfsmaschinenraum geregelt.

Kesselspeisepumpen

Drei achtstufige Kreiselpumpen speisen die vier Kessel mit Wasser und sind für 26 at entworfen. Zwei von diesen werden mittels Dampfturbinen, Bauart Kerr, betrieben. Die dritte wird von einer Wasserturbine getrieben, die das Wasser dem zweiten Versorgungsabschnitt mit 14,5 at entnimmt. Das Speisewasser wird durch unmittelbare Mischung mit dem Abdampf in offenen Vorwärmern vorgewärmt. Zwei durch Schwimmer betätigte Ventile verschiedener Größe halten den Wasserstand, das kleine für den Sommerbedarf, das große fü den Winter.

Abb. 14
Anordnung der Maschinen im Pumpraum.

Alle Hochdruckleitungen von 28 at Dampfdruck ent sprechen den Normen der Society of Mechanical Engineers Das Gehäuse der Dampfabsperrschieber besteht aus Stahl guß, die Sitze der Schieber usw. aus Monel-Metall. Di Schieber und Ventile sind entweder aus Stahlguß oder ge schmiedetem Stahl. Die Drosselventile sind von der Bau art „Schütte-Körting".

Sonstige Hilfsmaschinen

Die Anlage wird mittels ungefähr 148 Meßgerät Bauart Foxboro, überwacht. Alle Geräte sind mit Schreil zeug-Feineinstellung versehen.

Die Reinigungswerkzeuge und der Turbinenreinige werden durch Druckluft angetrieben, die durch einen elek trisch angetriebenen Verdichter mit einer Saugleistung vo 35 m³ Luft/min erzeugt wird.

Um die Staubentwicklung im Kesselraum zu vermi dern, ist ein durch einen Elektromotor angetriebene Staubsauger aufgestellt, der durch fein verteilte Wasser den Staub niederschlägt. Die Leistung der Pump des Apparates beträgt 3 m³/h bei rd. 3000 cm W.-S. Drucl

Licht und Kraft liefern zwei 200 kW-Turbo dynamos, die Drehstrom von 2300 V und 60 Per./s e zeugen. Der Strom wird zu den verschiedenen Ve brauchstellen durch unterirdische Kabel geleitet, wob Licht- und Kraftkabel getrennt sind. Das Haup schaltbrett ist den Turbodynamos gegenüber aufgestell Als Aushilfe ist ein Anschluß an das städtische Elek trizitätswerk vorhanden.

Die Heizdampfrohre von 250 mm Dmr. sind in To röhren von 700 mm Dmr. verlegt. Die Tonröhren enthalte für das Dampfrohr und für zwei kleinere Rohre für Rück laufwasser Querbalken mit Futterklötzen. Unter diese Stützbalken liegt noch ein Heißwasserrohr. Das Dampfrol ist mit Asbestos isoliert. Der ganze freibleibende Que schnitt des Tonrohres ist außerdem mit Füllmasse ve sehen. Die Leitung ist am Fuße drainiert.

Bauliche Einzelheiten

Die Gründung des Gebäudes wie auch der Pump steht auf Schiefer, die der vier Säulen, die den Schor stein tragen, sind auf den Fels hinuntergeführt. D Unterbau des Gebäudes besteht aus Beton, der Oberba aus Eisenfachwerk.

Die Steinflächen der Innenwände sind weiß glasie der Fußboden besteht aus parkettartig gelegten weiß Plättchen. Im Pumpenraum können Maschinenteile m tels eines 10 t-Laufkranes, der in der ganzen Längsric tung des Gebäudes verfahrbar ist, ausgewechselt werde

Der Schornstein steht auf einer Eisenkonstrukti und beginnt 12,90 m über dem Hauptflur. Er ist 60 m ho und hat 3,90 m l. W. Zum Schutze der unteren Teile d Schornsteinmauerwerks vor den heißen Gasen ist inn ein 12 m hoher Zylinder aus feuerfesten Steinen hoc gemauert, der von dem wirklichen Schornsteinmauerwe durch einen Luftraum getrennt ist.

Die Kosten der gesamten Anlage belaufen sich a 2 Mill. $. Davon entfallen auf acht Kreiselpump 450 000 $, vier Stirlingkessel 133 000 $, während das G bäude 780 000 $ kostete. [B 626]

RUNDSCHAU

Eisenbahnwesen

Neueste Entwicklung des Antriebes für Straßenbahnwagen

Die erhöhten Anforderungen an Straßen- und Schnell-
hnwagen im Großstadtbetrieb haben nicht nur bewirkt,
ß man den Wagenkastenbau auf vollkommen neue Grund-
gen stellen mußte, sondern auch die Antriebarten der
ihrzeuge haben eine vollkommene Umgestaltung erfahren.
ie bereits berichtet wurde[1]), kämpft zur Zeit der dem
raftwagenbau entlehnte Kardanantrieb um seine Einfüh-
ng in den Straßenbahnwagenbau, wo er den bisher ver-
endeten, schweren und nur teilweise abgefederten, auf der
chse gelagerten Tatzenlagermotor ersetzen soll.

In Deutschland sind in den letzten Jahren zahlreiche
ersuche dieser Art bei zweiachsigen Wagen gemacht wor-
n, und eine kürzlich in Essen stattgehabte Aussprache[2])
sbesondere über die Erfahrungen mit dem ersten brauch-
ren deutschen Kardanwagen (Albrecht-Krupp-Wagen), der
it Kardanantrieb und mit Lenkachsen ausgerüstet ist, fiel
hr zu gunsten dieser Bauart aus. Außer dem Versuchs-
agen, der aus dem Jahre 1921 stammt, sind in der Zeit
m Oktober 1925 bis Dezember 1926 25 weitere, erheblich
rbesserte Albrecht-Krupp-Wagen in Betrieb genommen
orden; sie zeichnen sich besonders durch gute Bogenläufig-
it und äußerst günstigen Stromverbrauch aus. Wenn
ch die kurze Betriebsdauer von einem Jahre zur endgül-
gen Beurteilung dieser Wagenbauart noch nicht ausreicht,
haben doch die Betriebsergebnisse gezeigt, daß der Kon-
ruktionsgedanke richtig ist und nur noch in verschiedener
insicht, z. B. in bezug auf Geräuschverminderung usw., der
rfeinerung bedarf.

Die Straßenbahnverwaltungen sehen in dem Kardan-
trieb einen wesentlichen Fortschritt und sind sich dar-
er einig, daß der Bau von Kardanwagen, gleichgültig, ob
uart Albrecht-Krupp, ob mit Schneckenantrieb oder
nem andern Antrieb, mit festen Achsen oder Lenkachsen,
it oder ohne besonderes Laufgestell durchaus gefördert
rden müsse. Besondere Begünstigung erfahren diese Be-
rebungen ferner auch dadurch, daß die Elektrizitätsfirmen
eichzeitig gute Fortschritte im Bau von schnellaufenden
otoren gemacht haben, die auch durch ihr geringes Ge-
icht durchaus den Anforderungen des neuzeitlichen Straßen-
hnwagenbaues entsprechen.

In gleicher Weise wie in Deutschland gehen auch die
hnverwaltungen im Auslande dazu über, den Tatzenlager-
otor mit Stirnradantrieb durch einen mit seiner Achse
ngs zur Fahrtrichtung liegenden schnellaufenden Motor
it Kraftübertragung durch Kardangetriebe zu ersetzen.
läuft z. B. seit einiger Zeit in Paris ein solcher zwei-
hsiger Wagen. Als zweiachsige Sonderbauart ist in diesem
isammenhang auch der Wagen mit Tramantrieb der Züri-
er Straßenbahn zu nennen, bei dem die Motoren auf
nem besonderen Motorlaufgestell unter der Mitte des
agens mitgeführt werden und durch Kardanwellen die
nkbaren Vorder- und Hinterachsen antreiben; das ge-
nnte Motorlaufgestell hat keine Verbindung mit dem
agenkasten und ist daher in seinen Bewegungen voll-
kommen unabhängig von diesem, was für gute Bogenläufig-
keit wesentlich ist.

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1545.
[2]) „Verkehrstechnik" Bd. 40 (1927) S. 267.

1372

Abb. 1 und 2
Getriebe und Motor eines englischen Straßenbahnwagens mit Drehgestellen. Antrieb über Kardangelenk.

Abb. 3
Drehgestell des Straßenbahnwagens der Stadt Springfield.

Bei englischen und amerikanischen Straßenbahnen sind
in letzter Zeit auch Versuche gemacht worden, den ge-
wöhnlichen, dort beliebten vierachsigen Drehge-
stellwagen für den Antrieb durch Kardangetriebe ge-
eignet zu machen. Grundsätzlich lassen sich hier nach Art
der Unterbringung der Motoren zwei Bauarten unter-
scheiden; entweder liegt der Motor außerhalb oder inner-
halb der Drehgestelle. Als Beispiel für die erste Bauart ist
ein kürzlich in Bradford in Betrieb gesetzter, englischer Wa-
gen[3]), Abb. 1 und 2, zu nennen, der als Mitteleinstiegwagen
für 1215 mm Spurweite gebaut ist und bei 11,88 m Kasten-
länge 2,13 m breit ist. Im Gegensatz zu den bei uns belieb-
ten Ausführungen hat dieser Wagen keinen Niederflurein-
stieg, so daß es auf diese Weise möglich war, den Raum
unter dem Einstieg zur Unterbringung der beiden Motoren
auszunutzen. Diese haben je 63 PS Leistung bei 1000 Uml./
min und wiegen 608 kg, d. h. 9,65 kg/PS, ein für englische
Verhältnisse erstaunlich niedriger Wert. Außerdem zeich-
nen sie sich dadurch aus, daß sie mit äußerst wenig Ge-
räusch arbeiten. Über eine Kardanwelle und ein Schnecken-
getriebe werden von den Motoren jederseits die äußeren
Achsen der Drehgestelle angetrieben. Diese Antriebart
beeinträchtigt keineswegs die gute Bogenläufigkeit des
Wagens; Versuche in dieser Richtung haben ergeben, daß
sogar Krümmungen mit Halbmessern bis zu 8,84 m noch
ohne Schwierigkeiten durchfahren werden können; auf Be-
triebstrecken werden Krümmungen von weniger als 15 m
Halbmesser heute praktisch nicht mehr vorhanden sein.

Da der Wagen dazu gebaut ist, auf einer Strecke mit
starken Steigungen zu verkehren, so war man darauf ange-
wiesen, das gesamte Dienstgewicht als Reibungsgewicht
auszunutzen, d. h. alle vier Achsen anzutreiben. Bei nor-
malen vierachsigen Wagen hätte man das dadurch erreicht,
daß man auf jede Achse einen Tatzenlagermotor gesetzt
hätte, in vorliegendem Falle hat man sich mit zwei aller-
dings etwas stärkeren Motoren begnügt und treibt die innere
Drehgestellachse durch eine außenliegende Kuppelstange
von der äußeren Treibachse aus an. Diese Antriebart ist
bei Straßenbahnwagen bisher nicht üblich gewesen und
zwingt natürlich dazu, ähnlich wie im Lokomotiv- oder
Triebwagenbau einen innen liegenden Drehgestellrahmen
mit Innenlagern zu verwenden. Konstruktive Schwierig-
keiten bietet diese Bauart keineswegs, zumal nicht, wenn
man Gleitlager benutzt; jedoch ist die Wartung und Unter-
haltung eines Innenlagers umständlicher und zeitraubender
als die eines gewöhnlichen Außenlagers; sie wird daher
bei uns bei Straßenbahnwagen nach Möglichkeit vermieden.

Bei der hohen Drehzahl des Motors war es möglich, den
Laufkreisdurchmesser der Triebräder so klein wie möglich
zu halten, so daß man den in Amerika viel verwendeten
Durchmesser von 660 mm bei einer Getriebeübersetzung von
1 : 5,75 wählen konnte. Der Radstand der Drehgestelle be-
trägt 1372 mm bei 5,79 m Drehzapfenabstand.

Eine vollkommene Umwälzung sowohl in bezug auf
Antrieb und elektrische Ausrüstung als auch in wagenbau-
licher Hinsicht stellt die Bauart eines kürzlich in Spring-
field in Betrieb genommenen Straßenbahnwagens[4]), Abb. 3,
dar, an die man folgende Forderungen gestellt hatte:

1. Verminderung der ungefederten Massen, 2. Erspar-
nis an Eigengewicht, 3. Geräuschverminderung und 4. Ver-
minderung der Betrieb- und Unterhaltungskosten.

[3]) Electric Railway Journal Bd. 69 (1927) S. 819.
[4]) Electric Railway Journal Bd. 69 (1927) S. 562/66, S. 713 und S. 752.

Die erste Forderung ist durch Beseitigung der Tatzenlagermotoren erfüllt. An ihre Stelle sind in jedem Drehgestell zwei schnelllaufende Westinghouse-Motoren mit 25 PS Leistung getreten, die mit ihren Achsen in Fahrtrichtung liegen und über eine Kardanwelle und ein in Öl laufendes Schneckengetriebe je eine Drehgestellachse antreiben. Als Übersetzung ist 1 : 10 gewählt. Die Achsen sind als Differentialachsen ausgeführt, die in innen liegenden Rollenlagern laufen. Die Radkörper werden jederseits auf dem kegelig ausgeführten Achsstumpf durch Keil und Nut befestigt und durch Aufschrauben einer Mutter auf das mit Gewinde versehene Achsende gesichert. Diese Befestigungsart läßt ein leichtes Entfernen des Radkörpers zu und legt damit gleichzeitig das Innenlager zu besserer Wartung frei.

Abb. 4 Achse mit Getriebe, Lager und Radkörper des Straßenbahnwagen für Chikago.

Der Drehgestellrahmen besteht in äußerst einfacher Weise auf jeder Seite aus einem Doppel-T-Eisen, das über den Achsen langläuft und an den Enden sowie in der Mitte Befestigungsaugen für die Achsblattfedern erhält. Die Achsen selbst sind wie beim Kraftwagen ohne besondere Führung auf den Federbunden befestigt. Die beiden Drehgestellrahmen sind in der Mitte durch Querträger verbunden, die gleichzeitig die Wiege führen und die Motoren stützen. An den Enden dient je ein schwaches Rundeisen zur Verbindung der Rahmenteile. Infolge dieser Bauweise sowie auch infolge der besonders leichten Motoren, die je nur 192,5 kg wiegen sollen, konnte das Dienstgewicht des vollständigen Drehgestelles bis auf 2570 kg herabgedrückt werden. Wie die Betriebsgesellschaft angibt, macht es die gute Lagerung der Achsen und die leichte Bauweise des Drehgestelles möglich, daß es ein Mann mit einer Hand auf dem Gleise fortbewegen kann.

Die Handbremse ist bei dem Springfield-Wagen ebenfalls dem Kraftwagenbau nachgebildet, und zwar werden die Schuhe der Trommelbremse des jeweils vornlaufende Drehgestells durch einen senkrechten Zughebel mit Drah zug betätigt. Diese Antriebart der Handbremse wir weniger geräuschvoll arbeiten als die übliche Stangen- ode Kettenübertragung und ist auch erheblich leichter als dies Die Bremse kann auch durch Luftdruck betätigt werde und zwar beträgt, entsprechend dem abzubremsenden G wicht des Wagens, die Bremsfläche etwa das Vierfache d Bremsfläche eines Kraftwagens.

Bei einem für die Straßenbahn von Chikago in gleiche Weise ausgeführten Wagen[5]), Abb. 4, hat man sogar noc höhere Gewichtersparnis erzielt, und zwar ist für diese das Dienstgewicht des Drehgestells mit 2420 kg angegebe

Zahlentafel 1 gibt vergleichsweise die Gewichte un Hauptabmessungen beider Wagen wieder. [M 555]

Niesky O. L. Dipl.-Ing. E. Cramer

[5]) Electric Railway Journal Bd. 69 (1927) S. 602.

Zahlentafel 1

Vergleich zwischen den Straßenbahnwagen für Springfield (I) und für Chikago (II).

Gewichte	I	II
4 Motoren zu je 192,5 kg . . kg	770	
4 Radsätze zu je 705 kg . . „	2 820	
2 Rahmen und Einzelteile . „	1 550	
Gesamtgewicht beider Drehgestelle . . . . „	5 140	4 840
Gewicht des Wagenkastens „	5 510	6 350
Dienstgewicht des Wagens . „	10 650	11 190
Anzahl der Sitzplätze	45	51
Wagenleergew. je Sitzplatz (Verkehrsgew.) kg/Pers.	237	209
Wagengewicht je Flächeneinheit . . . . kg/m²	338	334
Gesamte Wagenlänge . . . mm	12 396	13 742
Größte Wagenbreite . . . „	2 540	2 439
Wagenhöhe über S.-O. . . „	3 099	3 366
Baustoff	Stahl- und Duralumin	Holz- und Duralumin

Liliputbahn mit Jakobs-Gelenkwagen

Die Lokomotivfabrik Krauß & Co. in Mün chen hat auf dem Gelände der Ausstellung „Das bayerisch Handwerk" in München eine kleine Eisenbahn eingerichte auf der die Besucher der Ausstellung auf einer Rundfah alle Teile der Ausstellung durchfahren können. Die Bahn von der Firma Krauß selbst betrieben, ist nicht Ausstellung gegenstand. Sie zeigt in kleinem Maßstab alle Einrichtu gen einer Eisenbahn: selbsttätige Signalstellung, einen Tu nel, eine Lokomotive und einen Zug aus ganz neuzeitlic eingerichteten Jakobs-Gelenkwagen, Abb. 5.

Die Gleise haben 380 mm Spurweite, 25 m kleinste Krümmungshalbmesser und 1 : 40 größte Steigung.

Die Lokomotive hat zwei gekuppelte Achsen mit Räder von 390 mm Dmr. bei 900 mm Achsstand. Der Kessel m 5 m² Heizfläche und 0,165 m² Rostfläche erzeugt Dam von 12 at. Die Last wird auf die Vorderachse durch zw Längsfedern, auf die Hinterachse durch eine Querfeder übe tragen. Die größte Höhe der Lokomotive beträgt 1550 mm die größte Breite 1 m. Ihre Zugkraft beträgt 380 kg.

Die Wagen sind als Jakobs-Gelenkwagen nach der Ba art der Waggon- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft Gö litz in Gemeinschaft mit Wilhelm Jakobs ausgefüh und den zierlichen Abmessungen der Bahn und dere Betriebsbedingungen angepaßt worden. Jeder Wagen

Abb. 5 Zug einer Liliputbahn.

ıg hat im regelmäßigen Betriebe sechs Wagenabschnitte. ie einander gegenüberstehenden Enden je zweier Wagenbschnitte ruhen auf einem gemeinsamen Jakobs-Drehgestell, bb. 6. Das äußere Ende des vordersten und hintersten 'agenabschnittes wird durch ein Drehgestell gewöhnlicher auart unterstützt. Jeder Wagenabschnitt ist 1 m breit und 170 mm lang und faßt in vier Abteilen 16 Personen, von nen je zwei und zwei nebeneinander Platz haben. Der rehzapfenabstand der Jakobs-Drehgestelle beträgt 6330 mm.

Das Jakobs-Drehgestell, Abb. 6, 7 und 8, ist n wesentlichen in der üblichen Weise ausgebildet. Unter n einander gegenüberstehenden Enden zweier Wagenbschnitte befinden sich Rollen, die auf einem mit dem rehgestellrahmen federnd verbundenen Winkeleisenring ufen und somit die Last der Wagenkasten unmittelbar if das Drehgestell übertragen. Der Ring ist auf einer latte befestigt, die ihm die Auf- und Abbewegung geattet, ihn aber gegen Verschieben und Verdrehen im ahmen sicher führt und mit den Stützfedern verbindet. urch die Mitte der Platte geht der mit dem Rahmen fest erbundene Drehzapfen.

Anstatt der sonst für diese Bauart vorgesehenen 'urstfedern sind hier Doppel-Blattfedern verwendet, dieelben Federn, die unter den Enddrehgestellen angebracht ind. Die Achsbüchsen mit Rollenlagern tragen keine Federn, ondern sind mit dem Drehgestellrahmen fest verbunden. Es eigt sich, daß diese nichtfedernde Verbindung trotzdem für e Liliputbahn ausreicht, da die übrige Federung genügt, um nen ruhigen Gang zu gewährleisten. Die einander gegenberstehenden Enden der Wagenkasten tragen ausgerundete ittelpuffer, die sich gegen den unbelasteten Drehzapfen ützen. Zusammengehalten und dauernd mit dem Drehpfen in Verbindung gehalten werden diese Puffer durch nen Ring, der leicht angebracht werden kann und der so usgeführt ist, daß er zwar die Enden der Wagenabschnitte it dem Drehzapfen zwangläufig in Verbindung hält, aber lle Bewegungen gestattet, die durch Gleiskrümmungen, Gellwechsel und Federung hervorgerufen werden. Gebremst erden im Liliputzuge nur die Enddrehgestelle.

Die Verwendung von Jakobs-Drehgestellen für den 'agenzug der Liliputbahn hat den Vorteil gehabt, daß die 'agen ruhig laufen, daß sie bequem durch die Krümmungen ehen und zu ihrer Fortbewegung eine geringe Zugkraft usreicht; zieht doch die zierliche Lokomotive anstandlos chs vollbesetzte Wagenabschnitte mit 20 km/h Geschwinigkeit über alle Steigungen und Krümmungen der Gleise inweg. Der Wagenzug ließ sich bei der Verwendung der akobs-Gestelle wesentlich billiger herstellen als ein Zug it gleicher Fassungskraft aus gewöhnlichen langen Drehestellwagen oder kurzen zweiachsigen Wagen. [M 699]

Bensheim a. d. B. Wilhelm Jakobs, Baurat.

Abb. 7 und 8. Jakobs-Drehgestell.

Abb. 6
Jakobs-Drehgestell.

Chemische Industrie

Einige Anwendungen der Elektrizität in der Chemie

Die chemische Industrie tritt heute als Großabnehmer für elektrische Energie in Erscheinung. Das älteste Anwendungsgebiet der Elektrizität in der Chemie ist wohl die Elektrolyse. Auf diesem Wege lassen sich sowohl Elemente als auch Verbindungen darstellen.

Sehr umfangreich ist das Gebiet der Herstellung von Verbindungen auf elektrischem Wege. Die Laugen der Alkalimetalle werden durch Elektrolyse der zugehörigen Chloridlösungen (KCl, NaCl) nach drei Verfahren erhalten: 1. dem Diaphragma-, 2. dem Glocken-, 3. dem Quecksilberverfahren. Bei der Herstellung der Laugen achtet man darauf, daß die z. B. bei der Elektrolyse von Kaliumchlorid entstehenden Erzeugnisse KOH, Cl, H nicht miteinander zur Reaktion kommen, weil dann andre Verbindungen entstehen würden. Zu diesem Zwecke trennt man Anode und Kathode durch senkrechte (Grießheim-Elektro-) oder wagerechte (Billiter- und Siemens-Halske-)Diaphragmen, die gewöhnlich aus feinporigem Zement gebildet werden. Die Badspannung wird bei konzentrierten Salzlösungen mit 3,5 bis 4,5 V angegeben. Beim Glockenverfahren verhindert man die Vereinigung der Umsetzungserzeugnisse dadurch, daß man die spezifisch schwerere Lauge abfließen läßt und den Abfluß durch Zufluß neuer Salzlösung ausgleicht. Dabei bildet sich ähnlich wie beim Billiterverfahren eine Grenzschicht unter der wagerechten Anode, deren Erhaltung für den Gang des Verfahrens von Bedeutung ist. Die Geräte zur Durchführung des Glockenverfahrens sind verhältnismäßig klein; sie haben aber eine ziemlich lange Lebensdauer und erfordern wenig Aufsicht. Beim Quecksilberverfahren wird das primär an der Kathode entstehende Alkalimetall nicht sofort mit Wasser zu Lauge umgesetzt, sondern durch Anwendung einer Quecksilberkathode amalgamiert, und das Amalgam in einer anderen Zelle zu Lauge und Quecksilber verarbeitet. Es erfordert eine Badspannung von 5 V gegen 4 V beim Glockenverfahren.

Die bei diesen drei Verfahren entstehenden Nebenerzeugnisse, Wasserstoff und Chlor, werden meist einzeln weiterverarbeitet. Während des Krieges benutzten sie manche Fabriken zur Herstellung von Salzsäure.

Läßt man sich bei der Elektrolyse einer Kochsalzlösung die Zersetzungserzeugnisse mischen, so erhält man bei niedrigen Temperaturen Hypochlorite, bei etwas höheren Chlorate nach folgenden Gleichungen:

$$2\,NaOH + Cl_2 = NaCl + NaOCl + H_2O$$
$$NaOCl + Cl_2 + H_2O = NaCl + 2\,HOCl$$
$$2\,HOCl + NaOCl = NaClO_3 + 2\,HCl$$

$NaOCl$ = Natriumhypochlorit
$HOCl$ = unterchlorige Säure
$NaClO_3$ = Natriumchlorat.

Als Nebenerzeugnisse entstehen nur Wasserstoff und geringe Mengen Sauerstoff. Die Stromdichte muß beim Hypochloritverfahren recht hochgehalten werden; sie beläuft sich auf 1000 bis 1500 A/m².

Ebenfalls eine hohe Stromdichte erfordert die Herstellung der Überschwefelsäure $H_2S_2O_8$ und ihrer Salze aus 40 bis 50 vH-Schwefelsäure oder aus sauren Salzen. Es bilden sich bei der Elektrolyse Ionen $HOSO_3$ und $KOSO_3$, die sich an der Anode bei guter Kühlung zu $H_2S_2O_8$ und $K_2S_2O_8$ vereinigen.

Einige Beispiele aus der organischen Chemie für Anwendungsmöglichkeiten der Elektrolyse:

Die Elektrolyse der Essigsäure liefert Äthan, die einer wässerigen Lösung von Koliumjodid, Soda und Alkohol oder Azeton bei 60 bis 65 ° Jodoform. Es gelingt 80 vH des im Jodkalium vorhandenen Jods, in Jodoform umzusetzen.

Ein Vorgang, der vielleicht noch zu einem technischen Verfahren ausgebaut werden wird, ist die elektrolytische Anilindarstellung aus Nitrobenzol. Nach Haber entstehen dabei folgende Zwischenerzeugnisse, Abb. 9.

Abb. 9
Elektrolytische Anilindarstellung aus Nitrobenzol nach Haber.
1) Nitrobenzol 2) Azobenzol 3) Azoxybenzol 4) Phenylhydroxylamin 5) Hydrazobenzol 6) Aminophenol

Die senkrechten Pfeile bezeichnen die primären, die schrägen die sekundären Umsetzungen.

Älteren Datums ist die Anwendung des elektrischen Stromes in der Galvanoplastik, weil hier nicht so große Elektrizitätsmengen notwendig sind. Die Zusammensetzung der Bäder, sowie die Stromdichte und die Spannung sind für die Herstellung der gewünschten Metallüberzüge verschieden. Die mit einem Überzug zu versehenden Gegenstände werden als Kathode verwendet.

In Zahlentafel 1 sind einige Bäder, die sich als recht brauchbar erwiesen haben, zusammengestellt.

Zur Herstellung galvanischer Abformungen von Stahl- und Holzschnitten usw. wird hauptsächlich Kupfer verwendet. Als geeignetste Stromdichte wird eine solche von 1,5 bis 2 A/dm² bei in Ruhe befindlichen Bädern und von 2 bis 3 A/dm² bei Bädern angegeben, deren Flüssigkeit zum Konzentrationsausgleich bewegt wird.

Die Metallzerstäubung in flüssigen Mitteln gebraucht man in der Kolloidchemie zur Herstellung kolloider Metalle, die sich z. T. i der Medizin zur Bekämp fung von Infektionskrank heiten wachsender Beliebt heit erfreuen.

Zur Herstellung eine Goldsoles z. B. läßt ma zwischen 1 mm dicken un 6 bis 8 cm langen Golddräh ten bei guter Kühlung eine Gleichstrom-Lichtbogen vo 5 bis 10 A bei 110 bis 30 Spannung überspringen. Da entstehende Goldsol ist bi 2 Jahre lang haltbar. Ähnlich lassen sich auch andre Me tallsole darstellen.

Nach einem andern Verfahren von The Svedber verteilt man das Metall zunächst als Folium in der Flüssig keit und läßt dann zwischen schwer zerstäubbaren Elek troden aus Eisen oder Aluminium einen Wechselstrom-Lich bogen übergehen. Die Zerstäubung ist um so vollkommene je kürzer die Funkenlänge ist. Selbst Minerale wie Magneti Kupferglanz und Molybdänglanz ließen sich leicht zerstäuber

Das Verfahren mit den Metallfolien versagt bei den i „kathodischer Hinsicht harten Metallen". Um derartige Me talle verteilen zu können, steigert man die Spannung un setzt anderseits die Stromstärke herab, damit der Zerfa der als Verteilungs- oder Dispositionsmittel verwendete organischen Flüssigkeiten verhindert wird. Die Metal werden in Form von Körnern oder von Drahtstückche Abb. 10 und 11, verwendet.

Abb. 10
Herstellung eines Metallsoles.
a Flasche mit Äther
b Rohr mit Metallstückchen
c Eintritt für Wasserstoff zur Luftverdrängung
d Abfluß für Wasserstoff

Zu Abb. 10:
Ist jegliche Luft aus dem Gefäß verdrängt, so wird *d* geschlossen, bei *c* etwas angesogen, damit Äther in *b* durch die Löcher im unteren Teil von *b* hochsteigen kann. Dann wird Wechselspannung angelegt und das Gerät leicht geschüttelt, worauf Funkenbildung einsetzt.

Abb. 11
Herstellung eines Metallsoles. Anordnung für ununterbrochenen Betrieb.

Zu Abb. 11:
Bei *a* wird das Dispersionsmitte eingefüllt. Durch *b* wird ein i differentes Gas eingeleitet, durc *a* abgeleitet. Bei *c* kann das he gestellte Sol abgesogen werde Unten im Kolben liegen Stück chen des in den kolloiden Zu stand überzuführenden Metall

Zahlentafel 1
Salzbäder

Art des Überzuges	Salzmengen für 1 l Bad	Stromstärke in A/dm²
Nickel	70 g krist. Ammoniumnickelsulfat 25 „ Ammoniumsulfat 5 „ Zitronensäure	0,5 bis 1
Kupfer	20 g krist. Kupferazetat 20 „ Zyankalium 17 „ Soda 25 „ krist. Natriumsulfit	0,4 bis 0,5
Silber	46 g Kaliumsilberzyanid 12 „ Zyankalium	0,3 bis 0,6
Gold	10 g Goldchlorid 20 „ Zyankalium	0,2 bis 0,25
Platinschwarz	Ein Teil Platinchlorid in 30 Teilen Wasser und 0,008 Teilen Bleiazetat	3,0

Des ultravioletten Lichtes ledient man sic neuerdings zur Herstellung künstlicher Vitamine aus Lebe tran durch Bestrahlung. Auch ist versucht worden, kata lytische Vorgänge durch ultraviolettes Licht günstig zu b einflussen.

Hingewiesen sei auch auf die Erzeugung des Kalkstick stoffs $CaCN_2$, der als Stickstoffdünger und auch als Au gangstoff für die Ammoniakgewinnung von Bedeutung is Man bildet zunächst aus gebranntem Kalk (CaO), der mög lichst frei von Magnesia und Ton sein soll, und Kohle, Ko oder Anthrazit bei der Temperatur des elektrischen Lich bogens Kalziumkarbid (CaC_2):

$$CaO + 3\,C = CaC_2 + CO\,.$$

Aus dem Karbid erhält man dann mit Stickstoff b 1100 ° Kalkstickstoff unter Abscheidung von Kohlenstoff.

$$CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C.$$

Durch Zusatz von 5 vH Fluorkalzium kann die U setzungstemperatur auf 900 ° erniedrigt werden.

Über die Herstellung von Stickoxyd nach Birkeland u Eyde und über die Herstellung der Salpetersäure nach Schö herr vergl. Z. Bd. 50 (1906) S. 1170 ff. und Bd. 61 (191 S. 322. [M 2590]

Berlin Dr. Statsmann

Homogene Verbleiung[1])

Die Haupteigenschaft, die das Blei als Werkstoff für ie chemische Industrie auszeichnet, ist seine chemische Viderstandfähigkeit, die in erster Linie dadurch bedingt st, daß sich auf dem Blei Bleisalze bilden, die in Form iner Haut das Blei vor weiteren Angriffen schützen. Jeben der chemischen Widerstandfähigkeit sind die leichte Möglichkeit der Formgebung und die bequeme Lötbarkeit Eigenschaften, die das Blei als anpassungsfähigen Werkstoff im Bau chemischer Apparate kennzeichnen. Infolge der Veichheit und geringen mechanischen Widerstandfähigkeit es Bleies kann man aber Gefäße, Apparate und Rohrleiungen aus Bleiblech nur dann herstellen, wenn keine besondere Beanspruchung durch inneren Druck oder Unterruck zu erwarten ist. In allen übrigen Fällen stellt man ich den gewünschten Schutz durch Verbleien von Eisen, Kupfer, Holz oder andern Baustoffen her.

Für die Verbleiung von Eisen sind die Feuerverbleiung, ie Spritzverbleiung, die elektrolytische Verbleiung, die Walzbleiauskleidung und die homogene Verbleiung möglich. Die Feuerverbleiung oder Tauchverbleiung erreicht man, ndem man die vorher entsprechend gesäuberten Eisenteile urch ein Bad von geschmolzenem Blei zieht. Der Bleiiberzug, der hierbei entsteht, ist ungleichmäßig stark und icht an allen Stellen so fest, daß die dünne Verbleiung einer tärkeren Beanspruchung ausgesetzt werden kann.

Die nach dem Metallspritzverfahren herstellbare Spritzverbleiung ergibt einen Überzug, der sich nicht für chemisch beanspruchte Geräte eignet, weil die mit Hilfe der Spritzpistole auf das Metall geschleuderten Metallteilchen einzelne insenförmig breitgedrückte Aggregate bilden, zwischen denen kapillare Zwischenräume verbleiben, durch die die anfressende Flüssigkeit in die Bleischicht eindringen kann. Zudem st bei der Spritzverbleiung nicht zu vermeiden, daß die Bleiteilchen auf ihrem Wege durch die Luft sich oberflächich mit einer feinen Oxydhaut überziehen. Diese feinsten Oxydhäutchen trennen ebenfalls die aufgespritzten Bleiröpfchen voneinander, verringern die Widerstandfähigkeit gegen Korrosion und verhindern an der Berührungsstelle les Bleies mit dem Unterlagmetall, daß diese Metalle sich nnig miteinander verbinden. Bei der elektrolytischen Verbleiung entstehen zu Anfang einzelne Bleikristallgruppen auf dem zu verbleienden Metall. Von diesen Gruppen geht dann das Wachstum der Bleischicht aus, ohne daß eine Gewähr dafür besteht, daß die elektrolytisch niedergeschlagene Bleischicht an allen Teilen des Unterlagmetalles fest haftet. Deshalb sind Feuerverbleiung, Spritzverbleiung und elektrolytische Verbleiung für chemische Apparate nicht geeignet.

Um Behälter aus Holz, Eisen, Kupfer, Beton oder Mauerwerk säurefest zu machen, kleidet man sie mit Bleiblech aus. Die Walzbleiauskleidung wird auch mit Vorteil angewendet, um Apparaten aller Art einen Schutz gegen Korrosion zu geben, bei denen eine besondere Beanspruchung durch Druck oder Unterdruck und stark wechselnde Temperaturen nicht in Frage kommt. Die Walzbleiauskleidung hat den Vorzug, daß sie billig und bequem anzubringen ist, und daß ihre Ausbesserung oder Erneuerung in kürzester Zeit und ohne erhebliche Betriebstörungen durchgeführt werden kann. Die Walzbleiauskleidung kann aber bei Arbeiten mit Unterdruck nur mit ganz besonderen Vorsichtsmaßnahmen oder überhaupt nicht angewandt werden, weil sich das Blei durch die Wirkung des Unterdrucks in einem Gefäß mit Luftleere von der Gefäßwand ablösen und zusammenziehen würde. Die Walzbleiauskleidung sehr großer Gefäße, die dem Einfluß stark wechselnder Temperaturen ausgesetzt werden, erfährt hierbei eine bleibende Dehnung, die zum Zerreißen des Bleiblechs oder der Lötnähte führen kann. Die geringste Undichtigkeit aber führt die zerstörende Flüssigkeit zwischen den Eisenkörper und den Bleimantel und verursacht dort die Zerstörung des Eisens.

Deshalb sollte man bei allen Arbeiten mit höheren Drücken, Unterdruck und stark wechselnden Temperaturen und bei der Konstruktion von Großapparaten, an Stelle der Walzbleiauskleidung die homogene Verbleiung anwenden. Durch die homogene Verbleiung wird das Unterlagmetall mit einer festhaftenden und an jeder einzelnen Stelle innig mit ihm verbundenen Bleischicht überzogen. Die homogene Verbleiung, deren Ausführung ganz besondere Sorgfalt und Sachkenntnis erfordert, wird hergestellt durch durchgängiges Aufschmelzen von Blei auf die vorher sorgfältig gesäuberte und in fast allen Fällen leicht verzinnte Oberfläche des Unterlagmetalles. Bei ordnungsmäßiger Ausführung der homogenen Verbleiung darf zwischen Unterlagmetall und Bleischicht nicht der geringste Zwischenraum bestehen. Dann ist ein Loslösen der Bleischicht auch in der Luftleere nicht möglich.

[1]) Auszug aus einem Vortrag der Werkstofftagung Berlin 1927.

Die homogene Verbleiung kann auf Stahl, Stahlguß oder Kupfer ausgeführt werden. Die homogene Verbleiung von Gußeisen ist wohl auch unter Anwendung besonderer Reagentien möglich, doch ist das Erreichen einer vollkommen porenfreien und an jeder Stelle festhaftenden Verbleiung auf Gußeisen mit den heute bekannten Mitteln zur Zeit noch in Frage gestellt. Eine nach dem homogenen Verbleiungsverfahren hergestellte Bleischicht dehnt sich, da sie an jeder Stelle fest mit dem Unterlagmetall verbunden ist, mit diesem bei Wärmebeanspruchung aus. Ein Losreißen der Bleischicht bei stark wechselnden Temperaturen ist also ausgeschlossen.

Da die homogene Verbleiung durch Aufschmelzen von Blei auf das Unterlagmetall hergestellt wird, ist es notwendig, das zu verbleiende Unterlagmetall immer in nahezu wagerechter Lage zu halten. Das Werkstück muß man daher häufig wenden. Die homogene Verbleiung von großen Werkstücken ist in erster Linie Werkstattarbeit, für die man zweckmäßig ausgebildete Hebezeuge braucht.

Die Zahl der chemischen Apparate, deren Korrosionsschutz man mittels Blei anstrebt, und bei dem man im Hinblick auf die besonderen Druck- oder Unterdruckverhältnisse und auf stark wechselnde Temperaturen mit besonderem Vorteil die homogene Verbleiung anwendet, ist unbegrenzt. Autoklaven für Druck oder Luftleere werden aus Blech oder Stahlguß hergestellt und innen mit einer 5 bis 8 mm dicken Bleischicht homogen überzogen. Rohrleitungen größerer Durchmesser zur Fortleitung von großen Mengen angreifender Gase schützt man, wenn in den Gasleitungen erheblicher Unterdruck zu erwarten ist, am sichersten durch eine 2 bis 4 mm dicke homogene Verbleiung. Bei solchen Leitungen mit starkem Unterdruck würde eine Walzbleiauskleidung soviel innere Befestigungskonstruktionen, die wieder verbleit werden müßten, erfordern, daß bei einer nur einigermaßen ausreichenden Betriebsicherheit die Anlagekosten nicht geringer sein würden, während die Herstellung solcher Rohrleitungen allein aus Blei zu große Wanddicken und somit eine unnütze Bleiverschwendung bedingen würde.

Rohrleitungen geringerer Durchmesser, in erster Linie Dampfschlangen und Dampfheizrohre für Kocher und Verdampfer, stellt man vorzugsweise aus Eisen oder Kupfer her und versieht sie mit einer homogenen Bleischutzschicht. Die homogen verbleite Dampfschlange hat auch bei Dampfdrücken von 3 bis 5 at den Vorteil, daß sie im Gegensatz zur Weich- oder Hartbleischlange die Sicherheit der Eisenrohrschlange gegen Dampfschläge aufweist. Dampfschläge sind aber bei allen Apparaten, in denen die Dampfführung verwickeltere Gestalt annimmt und die Dampfleitungen dem Einfluß stark wechselnder Temperaturen ausgesetzt sind, bisweilen nicht zu vermeiden und bilden eine Ursache für die Zerstörung von weniger widerstandfähigen Dampfrohren. Auch die Körper von Verdampfern, besonders wenn man in ihnen mit Luftleere zu arbeiten beabsichtigt, stellt man aus homogen verbleiter Eisenblechkonstruktion her.

Der Körper aus homogen verbleitem Eisenblech hat gegenüber dem Körper aus Hartbleiguß nicht allein den Vorteil des viel geringeren Bleigewichtes, sondern auch den Vorzug der meist vorhandenen größeren chemischen Widerstandfähigkeit des Weichbleies gegenüber dem Hartblei und den Vorteil einer feinkristallinen Struktur des Bleies, die zweifellos der Einwirkung des Ätzfraßes größeren Widerstand entgegensetzt. Um Behältern, Stapelgefäßen und Reaktionsgefäßen aller Art, insbesondere bei großen Abmessungen, den gegen den Einfluß stark wechselnder Temperaturen unempfindlichen Bleiüberzug zu geben, wendet man auch hier mit Vorteil die homogene Verbleiung an. Auch besonderen mechanischen Anforderungen an die Verbleiungsschicht wird man durch die homogene Verbleiung gerecht. Man verbleit Flügelräder von Gasventilatoren aus Stahlblech, Rührwerkflügel, Zentrifugentrommeln, Wellen für Säurepumpen und Rührwerke, Gehäuse von stark beanspruchten Ventilatoren und Großapparate aller Art mit größtem Vorteil homogen.

Die Durchbildung des Verfahrens der homogene Verbleiung hat es ermöglicht, dem Bau chemischer Apparate die technische Ausgestaltung zu geben, die die Grundlage für die Vergrößerung und technische Vervollkommnung der chemischen Arbeitsweisen und somit der wirtschaftlichen Ausgestaltung der chemischen Industrie bildet. [N 1112]

Halsbrücke i. Sa. Fr. Brenthel.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501.)

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen. Von Richard Glocker. Berlin 1927, Julius Springer. 377 S. m. 256 Abb. Preis 31.50 *M.*

Das Buch von Glocker behandelt alle Anwendungen der Röntgenstrahlen für technische Zwecke. Die Erzeugung der Röntgenstrahlen, ihre grundlegenden Eigenschaften, die Röntgendurchleuchtung, die Spektralanalyse, die Herstellung und Auswertung von Debyeaufnahmen, Laueaufnahmen, Drehkristallaufnahmen und Faserdiagrammen sowie der Nachweis innerer Spannungen werden ausführlich besprochen. Überall steht die technische Anwendung im Vordergrunde der Darstellung. Die einzelnen Verfahren sind an der Hand praktisch wichtiger Beispiele erörtert; zahlreiche sorgfältigst gewählte Abbildungen bieten ein hervorragendes Anschauungsmittel. Außer in den Grundlagen der Physik, Chemie und Mathematik werden an den Leser keine besonderen Anforderungen gestellt; Schritt für Schritt führt das Werk in die verwickelte Handhabung dieses wichtigen neuen Hilfsmittels ein. Dabei ist die Darstellung in jeder Beziehung einwandfrei, und zahlreiche Hinweise auf die überaus wichtigen Versuchseinzelheiten verraten die große Erfahrung des Verfassers. Das Buch von Glocker ist zur Zeit das einzige, das den Techniker über die Durchführung von Röntgenuntersuchungen zu unterrichten imstande ist. Es erfüllt diesen Zweck in vorzüglicher Weise und wird überall dort, wo Röntgenverfahren angewendet werden, unentbehrlich sein. [E 1103] G. Sachs

Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Von A. Nádai. Berlin 1927, Julius Springer. 171 S. m. 298 Abb. Preis 16,50 *M.*

Das Werk behandelt die plastischen Verformungen soweit, als bisher Ansätze zur rechnerischen Erfassung vorliegen. Dieser Zweig der Mechanik und Werkstoffkunde ist in den letzten Jahren, besonders durch die wertvollen Arbeiten von Prandtl und Nádai, aus wenigen theoretischen Ansätzen zu einem ziemlich umfassenden Wissenszweig geworden, der für die Praxis der Technologie und Werkstoffprüfung von großem Nutzen zu werden verspricht. Hierzu gehören die Bedingungen, die das Eintreten des Fließens unter verschiedenen Verhältnissen bestimmen, die Ermittlung der Höchstlast beim Zugversuch, die Kräfteverhältnisse bei der Biegung und Verdrehung und andres mehr, die ausführlich besprochen werden. In weiteren Abschnitten werden eine Reihe von Fließvorgängen behandelt, die vorläufig kaum mehr als eine theoretische Bedeutung haben. Dagegen enthält der Abschnitt „Konzentrierter Druck" (Werkstoffhärte) eigenartigerweise nicht die neueren Versuche, durch die eine rechnerische Behandlung der Härteprüfung angebahnt ist. Ebenso vermißt man bei der Erörterung der Eigenspannungen die Ansätze zu ihrer nachträglichen Ermittelung in kaltverformten Werkstoffen sowie auch ein Eingehen auf die Versuche zur Behandlung des Walz- und Ziehvorganges. Das Buch setzt einige Kenntnis der Elastizitätstheorie voraus; ist im übrigen klar geschrieben und mit zahlreichen Abbildungen ausgestattet. [E 1108] G. Sachs

Beiträge zum Abnutzungs-Problem. Von Werner Bondi. Berlin 1927, VDI-Verlag. 137 S. m. 105 Abb. Preis 4,50 *M.*

Nach abnutzungsbeständigem Werkstoff strebt man im Maschinenbau heute mehr als je und die Versuche, ein geeignetes Prüfverfahren hierfür zu finden, sind in Deutschland seit einiger Zeit mit Nachdruck wieder aufgenommen. Es kann kein Zweifel sein, daß sich diesem Ziel noch große Schwierigkeiten entgegenstellen werden. Umsomehr ist es zu begrüßen, daß nun im obigen Buch der Verfasser den Versuch macht, die Frage auch von der theoretischen Seite aufzurollen, und zwar gestützt auf eigene umfassende Versuche. Die Betrachtungen über die Ursachen der Abnutzung und ihre Anwendung auf die Betriebsverhältnisse der Abnutzung von Verzahnungen werden allen, die sich mit diesem Gebiet befassen, von Bedeutung sein, umsomehr als der Verfasser sich bemüht, seine Betrachtungen stets möglichst einfach, klar und verständlich zu halten.
[E 1115] Dr. Kühnel

The Fatigue of Metals. Von H. F. Moore und J. B. Kommers. New York und London 1927, Mc Graw. Hill Book Company, Inc. 326 S. m. 102 Abb. Preis 4 $.

Praktische Erfahrungen zeigen, daß häufig hoch beanspruchte Teile, die für rein statische Belastung genügend große Abmessungen haben, eines Tages zu Bruch gehen. Solche Brüche treten gewöhnlich sehr plötzlich ohne ein vorheriges Anzeichen auf. Der Beobachtung dieser so genannten Ermüdungserscheinungen der Bau stoffe, die man zuerst bei den Metallen richtig erkannt ha gilt daher zur Zeit die besondere Aufmerksamkeit de Forscher. In den verschiedenen Ländern sind nun zur Be stimmung der Dauerfestigkeit von Metallen zahlreiche Ur tersuchungen mit eigens hierzu gebauten Maschinen durch geführt worden, wobei man hauptsächlich die praktisch a häufigsten auftretenden Fälle, wechselseitige Zug- un Druckbeanspruchung und gleichzeitige Verdrehungs- un Biegungsbeanspruchung, beobachtet hat.

Das vorliegende Buch befaßt sich mit allen diese Fragen und bringt eine sehr wertvolle Zusammenstellun der wichtigsten Versuchsgrundlagen und heutigen E müdungstheorien. An zahlreichen Bildern und Schem skizzen geben die Verfasser eine gute Übersicht über d gebräuchlichsten Versuchseinrichtungen und zeigen die Ve fahren, die zur Bestimmung der Dauerfestigkeit von Metalle durch den Versuch benutzt werden. Die Untersuchung ergebnisse der verschiedenen Metalle sind in übe sichtlicher, vorbildlicher Form zusammengestellt. Größte teils sind als Ergänzung hierzu genaue Angaben über d chemische Zusammensetzung sowie über die Wärmebehan lung der Proben gemacht, so daß der Leser in der La ist, sich selbst ein Urteil über die zu erwartende Leistun der einzelnen Baustoffe zu bilden.

Im laufenden Text wird auf allgemeine Gesetze d Mechanik der Stoffe sowie auf die mathematischen Grun lagen der Elastizitätslehre häufig nur verwiesen, do bringen die Verfasser im Vorwort ergänzende Angab über die theoretischen Grundlagen der Dauerfestigkeit, u ganz besonders bietet die als Anhang dem Buch angefüg umfassende Sammlung des Schrifttums dem Leser die Mö lichkeit zur Vertiefung in die Frage der Dauerfestigkeit.

Zu begrüßen ist, daß die Verfasser in zwei Abschnitt über die Ermüdungserscheinungen am Holz und Beton d wenigen Versuchserfahrungen, die bei den nichtmetallisch Baustoffen zur Zeit erst vorliegen, zusammengestellt habe

Das Buch ist zum Studium durchaus zu empfehlen. Deutschland haben wir ein so umfassendes Werk, das d neuesten Erfahrungen berücksichtigt, bisher nicht aufz weisen. [E 1096] Kroll

Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke. V A. Straßner. 3. Aufl. 2. Bd.: Der Bogen und d Brückengewölbe. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Soh 171 S. m. 102 Abb. Preis 13,50 *M.*

Die dritte, neu herausgegebene Auflage des zweiten Ba des dieses Werkes — der erste Band behandelt den durc laufenden Balken — ist ebenso wie die vorige Auflage sechs Abschnitte geteilt. Auf die Theorie und Berechnu des elastisch eingespannten Bogens folgt die Berechnung d eingespannten Brückengewölbes. Das dritte Kapitel brin die Einflußlinien für eingespannte Brückengewölbe in T bellenform sehr übersichtlich angeordnet. Der nächste A schnitt zeigt für das Entwerfen von Brückengewölben nü liche Näherungsverfahren, deren Anwendung im folgend vorletzten Abschnitt an der Hand zweier Rechnungsbeispi gezeigt wird. Im Schlußkapitel ist das durchlaufen Brückengewölbe auf elastischen Pfeilern genauer behand

Wesentliche Änderungen sind gegenüber der zweit Auflage nicht zu verzeichnen. Durch straffere Zusamm fassung ist eine kleine Verringerung des Umfanges ein treten. Das vor allem theoretisch sehr ins einzelne gehen Werk wird für die Praxis in erster Linie durch die A schnitte über die Einflußlinien und Näherungsformeln v Wert sein. [E 1093] R. Bhd

Flugzeugnavigation und Luftverkehr. Von Hermann R der. Dresden 1927, Otto Herm. Hörisch. 233 S. Abb. Preis 12 *M.*

Um es gleich vorauszunehmen: Das Buch reizt d Theoretiker in manchen Fällen zum Widerspruch, und einigen Ausführungen vermag auch der Praktiker dem V fasser nicht ganz zu folgen. Im ganzen ist es aber e sehr begrüßenswerte Tat, daß ein so lufterfahrener u weitgeflogener Ingenieur und Chefpilot aus dem reichst Schatz seiner persönlichen Erfahrungen wertvolle Mitt lungen über die Frage des Luftverkehrs und vor allem ü die praktische Luftnavigation macht.

Darin liegt der Hauptwert des Buches, daß der V fasser zeigt, wie er sich in der Luft über unbekanntem (lände oder gar im Nebel mit den ihm zur Verfügung steh den Meßgeräten zurechtfindet und weiter fliegt — daß

e kleinen, so ursprünglich anmutenden, aber darum so besonders wertvollen Kniffe und Verfahren angegeben werden, die dem Flugzeugführer weiterhelfen. Je einfacher, esto besser! Und das, was der Verfasser selbst praktisch erprobt und auf Grund seiner Erfahrungen weiter entwickelt at, ist gut, weil es sich in der Luft bewährt hat.
[E 1114] Koppe

ummifreie Isolierstoffe. Technisches und Wirtschaftliches. Von Arthur Sommerfeld. Berlin 1927, Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V. 103 S. m. Abb. Preis 3,60 ℳ.

Diese sehr zu begrüßende Schrift geht von dem Grundatz aus, durch offene Beschreibung des Herstellungsganges ie Arbeit des Verbrauchers zu erleichtern und ihn damit ı sinngemäß richtigen Konstruktionen zu bringen. Zuächst streift die Schrift die geschichtliche Entwicklung er Isolierstoffe und geht dann auf das Sondergebiet über. er Aufbau, die Bindemittel und Füllstoffe werden behanelt, dann wird der Arbeitsgang beschrieben. Hier allerings dürfte der Verfasser unter dem Gesichtspunkte, doch ur dem Verbraucher dienen zu wollen, reichlich weit geangen sein, so weit, daß von manchen Lesern die Fertigung ls recht einfach beurteilt werden dürfte. Hinzu kommt, daß ie summarische Behandlung nicht in allen Teilen ein richges Bild gibt, so wird u. a. auf S. 26 und 28 allgemein ber Warmpressmassen gesagt, daß sie vor dem Einfüllen ı die Werkzeuge auf 130 bis 180 ° vorzuwärmen sind. Das ifft aber auf Kunstharz nicht zu. Für den Konstrukteur esonders wichtig sind die Formbeschreibungen; leider ist erade diesem Abschnitt nur ein sehr kleiner Raum gewidet. Abb. 23, mit dem sehr hohen Füllraum, kann irreihren. Von Mehrfachformen, die für den Verbraucher doch ehr wichtig sind, ist gar kein Beispiel gegeben. Sehr sorgfälg sind die Abschnitte über Prüfung, Eigenschaften und lasseneinteilung sowie die zukünftige Typisierung bearbeit. Den wertvollsten Teil der Schrift bildet der Abschnitt falsche und richtige Konstruktion" mit sehr lehrreichen egenüberstellungen in vielen Beispielen. Der wirtschaftiche Teil bringt viele beachtenswerte Hinweise, ebenso der ber die Verwendung. Der Schluß behandelt die Prüfvorchriften für Fertigteile. [E 1122] Demuth

inführung in das chemische Praktikum. Von Otto Ruff. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 86 S. m. 9 Abb. Preis 4,80 ℳ.

Das Büchlein gibt Anleitungen zu Versuchen, aus denen nan die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen ennenlernen kann. Jede Reaktion wird mit möglichst leinen Mengen ausgeführt, damit Zeit und Unkosten gepart werden. Die Beantwortung der sich ergebenden, kurz ngedeuteten Fragen wird dem Praktikanten überlassen, weil r zu selbständiger Fragestellung und zur Erarbeitung des ötigen theoretischen Wissens erzogen werden soll. Den chluß bildet eine kurze Anleitung zur qualitativen Analyse.
E 1138] Dr. P. Loth

ie Gewinnung von Erdöl. Von Gottfried Schneiders. Berlin 1927, Julius Springer. 363 S. m. 295 Abb. Preis 32 ℳ.

Bergwerksdirektor Schneiders faßt im vorliegenden Verk seine im elsässischen Ölbergwerksbetriebe gesammelen Erfahrungen zusammen und erweist dadurch der Erdölndustrie einen großen Dienst. Augenblicklich beherrschen war die Tiefbohrverfahren, die der Vollständigkeit halber urz gestreift werden, das Feld, doch ist die bergmännische ewinnung des Erdöls in der Zukunft, sobald die Welterdölorräte knapper werden, mit Sicherheit zu erwarten. In nanchen scheinbar erschöpften Gebieten wird dieses Verfahren schon heute mit Vorteil angewendet. Es lohnt sich also für jeden Erdölfachmann, sich heute schon mit den Problemen zu befassen, die Schneiders mit großer Sachkenntnis in logischer Gliederung des umfangreichen Stoffes vor die Öffentlichkeit bringt. Es war nicht zu vermeiden, auch hinlänglich bekannte Vorgänge zu schildern, ihre Übertragung auf die besonderen Bedürfnisse des Erdölbergbaues ist aber in dieser zusammenfassenden Darstellung neu und bemerkenswert. Zahlreiche klare und ausgezeichnet wiedergegebene Abbildungen erleichtern das Verständnis des Textes. [E 1113] Steiner

Lebensbilder führender österreichischer Polytechniker. Von Wilhelm Exner. Wien 1927, Julius Springer. 56 S. m. 7 Bildnissen. Preis 2,70 ℳ.

Das Büchlein bringt knappe aber treffende Lebensbeschreibungen von sieben österreichischen Ingenieuren: Karmarsch, v. Prechtl, Altmüller, Jak. Reuter, v. Burg, v. Engerth, Redtenbacher. Es wird im Sinne seines Verfassers den Zweck gut erfüllen, daß der Leser auf angenehme und leichte Weise an die Großtaten der Heroen der Naturwissenschaft und Technik erinnert wird. [E 1106] Gsl.

Das Härten von Stahl und Eisen. Von Ernst Menzel. 6. Aufl. Bearb. von C. E. Berck. Berlin 1927, Maetzig & Co. 123 S. m. 60 Abb. Preis 3 ℳ.

Stahl als Werkstoff — Innere Vorgänge im Stahl bei der Erwärmung und Abkühlung — Äußere Veränderungen bei der Warmbehandlung — Schmieden des Stahles — Härtevorgang — Einsatzhärten — Härteöfen und -anlagen — Praktische Winke für die Härterei — Überblick über die Edelstähle und Verbrauchsgegenstände für die Härterei nebst Bezugsquellennachweis.

Das Weltreich der Technik. Entwicklung und Gegenwart. Von Artur Fürst. 4. Bd. Berlin 1927, Ullstein. 538 S. m. 963 Abb. Preis 36 ℳ.

100 Jahre Königsberger Dampfschiffahrt. Von Arno Zimmer. Königsberg i. Pr. 1927, Gräfe & Unzer. 61 S. Preis 2,50 ℳ.

Glasers Annalen. Jubiläums-Sonderheft zum 50jährigen Bestehen von Glasers Annalen 1. Juli 1927. Herausgeg. von der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft. Berlin 1927, F. C. Glaser. 332 S. m. Abb. Preis 30 ℳ.

Kungl. Tekniska Högskolan: **Skrifter** utgivna med anledning av **Kungl. Tekniska Högskolans 100-Ars Jubileum 1927.** Stockholm 1927, Centraltryckeriet. 574 S. m. Abb. Preis 15 Kr.

Josef Madersperger, Erfinder der Nähmaschine. Ein Lebensbild von Rudolf Granichstaedten-Czerva. Wien 1925. M. Kuppitsch Wwe. 39 S. m. 10 Abb.

Der Verkehrswasserbau. Von Otto Franzius. Berlin 1927, Julius Springer. 839 S. m. 1022 Abb. Preis 78 ℳ.

Druckverteilung, Erddruck, Erdwiderstand, Tragfähigkeit. Von Heinrich Pihera. Wien 1928, Julius Springer. 92 S. m. 51 Abb. u. 6 Taf. Preis 9 ℳ.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, 15. H.: **Bericht der Kommission für Abdichtungen** des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes. Bearb. von W. Hugentobler. Zürich 1927, Arnold Bopp & Co. 150 S. m. Abb. Preis 6 Fr.

Die elektrifizierten Hauptlinien der Schweizerischen Bundesbahnen. Von J. Göttler. Bern 1927, Bolliger & Eicher. 56 S. m. Abb. Preis 2 Fr.

Unfallschutz in Häfen und Schleusen. Herausgeg. von der Westdeutschen Binnenschiffahrts-Berufsgenossenschaft. 2. Aufl. Duisburg 1927, Haus Schiffahrt. 60 S. m. Abb. Preis 3 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Ausbildung des Textilingenieurs

Zu dem Aufsatz in Z. Bd. 71 (1927) S. 1433 von Roßmann über diesen Gegenstand erlaube ich mir folgende weitere Ausführungen zu machen:

Seitdem ich die Hochschule verlassen habe, habe ich mir im Laufe meiner 35jährigen Tätigkeit in der Textilindustrie des In- und Auslandes dauernd darüber Rechenschaft abzulegen versucht, wie weit die Ausbildung, die ich auf der Hochschule erlangt habe, den Anforderungen der Praxis genügte, und wie weit sie verbessert werden müßte, damit die Studenten für ihre zukünftigen Aufgaben in der Textilindustrie möglichst zweckmäßig vorbereitet sind.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in der volkswirtschaftlich sehr wichtigen Textilindustrie, genau so wie in der großen Zahl andrer Industrien, die nicht zum Maschinenbau gehören, ebenfalls ein gutes Stück Ingenieurarbeit geleistet wird. Man kann, wie es auch Roßmann getan hat, drei Arten von Ingenieuren unterscheiden, die für die Textilindustrie in Frage kommen, nämlich

1. die obersten technischen Leiter der Unternehmungen,
2. die Ingenieure, die für die Leitung des allgemeinen Fabrikbetriebes und für die Instandhaltung der maschinellen Einrichtungen nötig sind,
3. die Ingenieure, die die Arbeitsmaschinen für die Textilindustrie zu entwerfen und zu bauen haben.

Auf Grund meiner langjährigen Beobachtungen vertrete ich die Ansicht, daß für die oberste technische Leitung von Textilunternehmungen nur Personen mit einer gründlichen wissenschaftlichen Bildung verwendet werden sollten. Sie allein bietet die Mittel, um all die vielseitigen Aufgaben

zu lösen, die der Betrieb eines Textilunternehmens und die Entwickelung der Industrie den leitenden Personen stellen. Voraussetzung dafür ist aber, daß diese wissenschaftliche Ausbildung auch zweckmäßig ist und die sehr umfangreichen Anforderungen, die gestellt werden, wirklich berücksichtigt.

In bezug auf die Ausbildung dieser leitenden Persönlichkeiten stimme ich im großen und ganzen mit dem bekannten Textil-Technologen Prof. Pfuhl überein, der früher in Riga lehrte[1]). Je nach der Richtung, die eingeschlagen wird, ist entweder das Hauptaugenmerk auf die mechanisch oder chemisch technologische Ausbildung zu legen. Es wäre aber verfehlt, entweder eine nur mechanische oder eine nur chemische Richtung einzuschlagen, weil sonst gewisse Bedürfnisse der industriellen Tätigkeit nicht genügend berücksichtigt werden.

Mit dem Bau der in der Textilindustrie verwendeten Maschinen, seien es nun die Maschinen für den allgemeinen Fabrikbetrieb, oder die Arbeitsmaschinen, kann sich der oberste Leiter eines Textilunternehmens nicht befassen, und deshalb kann eine Ausbildung in dieser Art des Maschinenbaues fortfallen. Eine nicht zu geringe Kenntnis des allgemeinen Maschinenbaues ist aber von größtem Nutzen. Außerdem muß dafür gesorgt werden, daß eine mindestens einjährige praktische Tätigkeit als Schlosser ausgeübt wird, und zwar sowohl von den Studenten der mechanisch- als auch der chemisch-technologischen Richtung. Sie sollen nicht Schlosser werden, aber die erforderliche Vertrautheit mit der Bearbeitung der Metalle und mit den Eigentümlichkeiten der Maschinen und Geräte wird am besten durch eine solche Tätigkeit erworben.

Die leitenden Personen der Industrie haben stets die letzte Entscheidung in allen technischen Fragen zu treffen. Sie müssen daher imstande sein, sich selbst darüber ein fachmännisches Urteil zu bilden und dürfen, wenn sie wirklich die Leitung in der Hand behalten wollen, nicht von Untergebenen oder andern außerhalb stehenden Personen abhängig sein. Sie müssen also das ganze Gebiet beherrschen, das den allgemeinen Fabrikbetrieb umfaßt. Auch vom industriellen Bauwesen müssen sie genügend verstehen. Sehr wichtig sind vor allem auch privatwirtschaftliche Kenntnisse, Betriebsbuchhaltung und Selbstkostenwesen. Dagegen kann man die Ausbildung in Volks- und Weltwirtschaft und in rechtlichen Dingen zum größten Teil dem späteren Selbstunterricht überlassen. Wenn man praktisch mit diesen Dingen zu tun hat, kann man sich rasch einarbeiten.

Auch bei den Ingenieuren, die für die Leitung des allgemeinen Fabrikbetriebes und die Instandhaltung der Maschinen in Frage kommen, ist eine Ausbildung im Entwerfen und Bauen von den verschiedenen Maschinen nicht erforderlich. Dagegen müssen sie eine besonders gute Kenntnis des allgemeinen Maschinenbaues haben und vor allen Dingen eine sorgfältige Ausbildung im Werkstattbetrieb durchmachen. Nach dieser Richtung hin sind noch große Mängel vorhanden. Leute mit gründlicher Kenntnis der Werkstattarbeiten und mit hinreichender Praxis fehlen so gut wie gänzlich. Natürlich müssen diese Ingenieure auch gründlich in der Wärme- und Kraftwirtschaft, Elektrotechnik, Kraftübertragung, dem Rohrleitungs- und Triebwerkbau, der Wasserreinigung und dem Fabrikbau unterrichtet werden. Recht wünschenswert sind ferner Kenntnisse über Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Was aber für diese Tätigkeit weiter noch von größter Bedeutung ist, ist ein wirtschaftliches Verständnis und die Fähigkeit, die Betriebsbuchhaltung und Selbstkostenberechnung der Ausbesserwerkstätten einzuführen und zu überwachen. Gerade in diesem Punkte liegen die Verhältnisse so ziemlich in allen Textilbetrieben noch vollkommen im Argen.

Die Textilingenieure der dritten Art haben die Aufgabe, Textilmaschinen zu entwerfen und zu bauen. Die Kenntnisse, die für den Fabrikbetrieb nötig sind und von den beiden ersten Klassen der Textilingenieure verlangt werden müssen, sind für diese Textil-Maschineningenieure nicht notwendig. Auch für den Bau von Kraft- und Werkzeugmaschinen, Kesseln, elektrotechnischen Maschinen brauchen sie nicht besonders ausgebildet zu werden. Dagegen wäre für sie die Ausbildung im Bau ihrer Sondermaschinen vorteilhaft. Sie stößt aber deshalb meist auf unüberwindliche Schwierigkeiten, weil man nur ausnahmsweise geeignete Lehrer findet. Es bleibt daher den Vertretern dieser Richtung der Textilingenieure nichts andres übrig, als sich besonders gründliche Kenntnisse im allgemeinen Maschinenbau, in der Kinematik, der Getriebelehre usw. zu erwerben und die Vorlesungen und vielleicht auch die Übungen über die Technologie der Textilindustrie zu besuchen. Am besten aber ist die Vorbildung, wenn diese Ingenieure erst mehrere Jahre lang in den Betrieben mitarbeiten, dadurch die Arbeitsverfahren kennen lernen und die Ansprüche zu erforschen suchen, die von der Industrie an die Arbeitsmaschinen gestellt werden. Jedenfalls dürfte es kaum möglich sein, auf den Hochschulen eine Ausbildung für diese Textilingenieure zu schaffen, die ohne weiteres allen Anforderungen gerecht wird.

Nun ist man leicht versucht, bei der Ausbildung besonderen Nachdruck auf die Spezialisierung zu legen. Ich selbst bin Gegner einer solchen. Ganz abgesehen davon, daß die Spezialisierung nicht so leicht durchzuführen ist, weil die geeigneten Lehrkräfte fehlen, ist es auch für den Studenten nicht vorteilhaft, sich zu zeitig einem Sonderzweige zuzuwenden. Man weiß nie, wie die Verhältnisse in der Industrie liegen, wenn man sich der industriellen Tätigkeit zuwenden will. Man findet häufig gerade in der, auf die man sich besonders eingestellt hat, kein Unterkommen, während es in andern Industriezweigen möglich wäre.

Die Fehler, die bisher gemacht worden sind, liegen darin, daß man sich auf den Hochschulen eigentlich nur um den Maschinenbau gekümmert hat, soweit er Kraftmaschinen, Kessel, Werkzeugmaschinen und elektrische Maschinen betrifft. Die Bedürfnisse aller übrigen Industrien hat man einfach vernachlässigt. Diese Unterlassungssünden sollten endlich gut gemacht werden; denn viele der Industrien, die man bisher vollkommen unberücksichtigt gelassen hat, sind sehr gute Abnehmer des Maschinenbaues.

Will man die Ausbildungsfrage mit Erfolg lösen, so ist es unbedingt notwendig, sich der Mithilfe der in der Praxis stehenden Fachleute zu bedienen, die in der Lage sind, die Bedürfnisse ihrer Industriezweige darzulegen.

Charlottenburg [N 980] Dipl.-Ing. Alfred Schmidt

[1]) Z. d. Verb. deutsch. Dipl.-Ing. Bd. 2 (1911) Heft 1; Rigaische Industrie-Zeitung 1907 Nr. 1 bis 7.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

. 72 SONNABEND, 18. FEBRUAR 1928 Nr. 7

Abb. 1
1150 mm-Umkehrblockstraße III der August-Thyssen-Hütte in Hamborn.

Neuzeitliche Umkehrblockwalzwerke

Von Oberingenieur Friedrich Funke, Mülheim-Ruhr

(Hierzu Tafel 2 und 3 und Bildblatt 4)

Entwicklung der Umkehrblockwalzwerke — Anforderungen an neuzeitliche Blockwalzwerke — Gesamtanordnung und Aufbau

Die Einführung des Flußstahls in den 90er Jahren an Stelle des Schweißstahls brachte einen Umschwung in der Entwicklung der Walzwerke. Man utzte bis dahin als Ausgangstoff Schweißstahlpakete, sich nur schwer in größeren Abmessungen herstellen en. Flußstahl jedoch kann man in beliebig großen cken gießen, so daß man auch dazu übergehen konnte, ßere Blöcke zu verwalzen. Die Vorwalzgerüste, die n bisher vor den Profilstraßen benutzt hatte, waren gesteigerten Anforderungen nicht mehr gewachsen. entstanden die Blockwalzwerke, auf denen man die weren Blöcke zu kleineren Blöcken, Knüppeln und mmen verwalzt und dann zerschneidet. Die geschnitn Blöcke und Brammen, Halbzeug genannt, werden nittelbar in einer Hitze oder nach erneutem Wärmen fen in den Profilstraßen fertiggewalzt.

Im Jahre 1891 wurde das erste Duo-Umkehr-Blockzwerk in Deutschland von der Duisburger Maschinena-A.-G., vormals Bechem & Keetmann, einer Stammma der Demag A.-G., für den Hörder Verein gebaut. man damals noch wenig Erfahrung im Bau solch rßer Duo-Umkehr-Walzwerke hatte, fiel das erste kwalzwerk in fast allen Teilen zu schwach aus. Inzwischen ist es gelungen, die Blockwalzwerke bedeutend zu verbessern, um die Stillstände abzukürzen und die Erzeugung zu erhöhen.

Für das Verwalzen von schweren Blöcken werden fast ausschließlich Duo-Umkehr-Blockwalzwerke verwendet. Sie haben im Vergleich mit den Trio-Blockwalzwerken den Vorzug, daß beim Walzen von schweren Blöcken die bei Trio-Blockwalzwerken notwendigen vielteiligen und kostspieligen Hebevorrichtungen vermieden werden, die auch die Betriebsicherheit der Walzwerke vermindern. Außerdem sind aber für die Wahl des Duo-Umkehrwalzwerkes noch folgende Vorteile maßgebend: Sicherheit der Behandlung, bessere Beschaffenheit der Erzeugnisse, Leistungsteigerung und schließlich geringerer Kraftbedarf für 1 t Ausbringen.

Vergleicht man das erste in Deutschland gebaute Duo-Umkehr-Blockwalzwerk mit den in den letzten Jahren gebauten, so muß man anerkennen, daß, obgleich die grundsätzliche Anordnung beibehalten wurde, viele praktische Erfahrungen und zähe Arbeit seitens der Walzwerk- und der Konstruktionsingenieure zur Entwicklung des neuzeitlichen Blockwalzwerkes dieser Art notwendig waren.

Abb.

Aus der Tatsache, daß das Duo-Umkehr-Blockwalzwerk fast alle Fertigstraßen auf einem Hüttenwerke mit Halbzeug beliefert, erhellt ohne weiteres die Größe des Verlustes, den eine Betriebstörung von nur wenigen Stunden an einer Blockstraße verursacht. Deshalb werden auch alle Teile des Walzwerkes, um einem angestrengten Tag- und Nachtbetrieb gewachsen zu sein, in äußerst kräftiger Form ausgeführt. Fast sämtliche Teile des Blockwalzwerkes, außer den Lagerschalen, werden in neuerer Zeit aus Stahlguß oder Schmiedestahl hergestellt; Gußeisen verwendet man wegen der hohen Beanspruchung aller Einzelteile des Walzwerkes nur selten.

Bei der Neuanlage eines Blockwalzwerkes muß man stets danach streben, die Erzeugungskosten so gering wie möglich zu halten. Auf folgende Punkte ist dabei besondere Rücksicht zu nehmen:

1. Betriebsicherheit, infolgedessen möglichst wenig Stillstände, also Erhöhung der Erzeugung.
2. Weitgehender Ausbau der mechanischen Einrichtungen, um Bedienungsmannschaften nach Möglichkeit auszuschalten.
3. Hoher Wirkungsgrad des Hauptantriebmotors.
4. Geringe Reibung der umlaufenden Teile.
5. Hohe Temperatur des auszuwalzenden Blockes.
6. Geeignete Kalibrierung, d. h. möglichst große Abnahme des Walzgutquerschnittes bei jedem Stich.
7. Hohe Walzgeschwindigkeit und damit große Fördergeschwindigkeit der Rollgänge, hohe Umlaufzahl der Walzen sowie hohe Anstellgeschwindigkeit der Oberwalze.
8. Große Blockgewichte und Walzenlängen.
9. Guter Blockwerkstoff.

In den letzten Jahren wurden drei neuzeitliche Duo-Umkehr-Blockwalzwerke aufgestellt, die von der Demag A.-G., Werk Mülheim (Maschinenfabrik Thyssen), für die Vereinigten Stahlwerke A.-G. gebaut wurden und bei denen man bestrebt war, alle vorerwähnten Forderungen zu berücksichtigen. Die Walzwerke bieten sowohl hinsichtlich der Gesamtanordnung als auch der Einzelausführung manches Bemerkenswerte. Zwei Walzwerke wurden für die Abteilung August-Thyssen-Hütte, Hamborn, Abb. 1 bis 3 und 4 bis 6, und ein drittes für die Abteilung Phönix, Duisburg-Ruhrort, Abb. 7 bis 10, gebaut.

Die drei Duo-Umkehr-Blockwalzwerke haben sich in schwerem Dauerbetrieb gut bewährt. Z. B. sind auf der August-Thyssen-Hütte Leistungen von durchschnittlich 3500 t in 24 h, also monatlich $3500 \times 25 = 77\,500$ t, teilweise sogar bis 100 000 t monatlich erreicht worden. Solch hohe Leistungen hat man bis jetzt noch mit keinem Duo-Umkehr-Blockwalzwerk auf dem Kontinent erreicht.

Die Walzgerüste haben bei den drei Ausführungen fast die gleiche Bauart, nur ist das dritte, für Phönix gebaute, mit elektrischer Anstellung und Gewichtsausgleich der Oberwalze ausgerüstet, während die beiden ersten elektrische Anstellung und Druckwasser-Gewichtsausgleich haben. Dagegen ist die Gesamtanordnung der Walzenstraßen, die Anordnung der verschiedenen Rollgänge und Hilfseinrichtungen verschieden. Zuerst soll die Gesamtanordnung der Walzwerke behandelt werden in einem folgenden Aufsatz ihre Einzelheiten, da sie allen Walzwerken gemeinsam sind.

Aufbau der Umkehr-Blockwalzwerke

Die Gesamtanordnung des für die August-Thys Hütte, Hamborn, ausgeführten Duo-Umkehr-Blockw werkes zeigen Abb. 2 und 3, Tafel 2. Auf der Blockstr die die Bezeichnung III führt und Halbzeug für die W terverarbeitung im eigenen Betrieb sowie für fremde triebe liefert, können Blöcke von einem Querschnitt zu 600×600 mm² und einem Gewichte von 4 bis 5 t einen kleinsten Querschnitt von 100×100 mm² untergewalzt werden. Alle Teile und insbesondere a der Antrieb sind jedoch so bemessen, daß später 7,5 t-Blöcke verarbeitet werden können. Außerdem is noch möglich, Brammen von 500 mm größter Breite eine kleinste Dicke von 90 mm zu walzen.

Die Blockstraße besteht aus zwei Hälften, rechts links oder hinter und vor dem Blockwalzwerk, denen die linke der Zurichtung und Zuführung der Bl zu den Verfeinerungsstraßen des eignen Betriebs und rechte der Zerlegung der Blöcke und Brammen und i Zuführung zu den Versandlagern dient. Um je nach Beschaffenheit der Blöcke, die durch Abstreif- oder T ofenkrane herangebracht werden, diese mit dem dün oder dem dicken Ende zuerst zwischen die Walzen fü zu können, sind in dem 21 m langen Zufuhrrollgan Abb. 3, zwei Blockkipper h und i in einem Abstande ungefähr 5 m hintereinander angeordnet, von denen eine nach rechts und der andre nach links kippt. Blockkipper h, der den Walzen am nächsten steht, keinen Boden, der Block steht also auf einer Rollg rolle und wird so umgelegt, daß das dicke Ende zu von den Walzen gefaßt wird. Der zweite Blockkipp hat die übliche Bauart mit Boden. Beim Arbeiten d Kippers ist der andre h umgelegt, so daß die Blöcke ihn hinweg mit dem dünnen Ende voran zu den Wa rollen. Beide Kipper bestehen aus Stahlguß, sind d Gegengewichte ausgeglichen und werden mit Druckwa betrieben.

Die Arbeitsrollgänge k und l vor und hinter Walze sind je 8 m, die Verlängerungsrollgänge m u 22,5 m und 19,5 m und die Scherenrollgänge o u 12,5 und 58 m lang. Die Arbeitsrollgänge haben je 9 len sowie eine Stufenrolle, die den Walzen zunächst Die Stufenrollen sind wegen des großen Abstandes ersten Rolle des Arbeitsrollganges erforderlich, um Rohblock in das erste Kaliber einführen zu können. haben entsprechend den Kalibereinschnitten stufenfö verschieden große Durchmesser und sind lose auf Antriebachsen befestigt; sie sind nicht, wie üblich Walzenständer, sondern in den Rahmen des Arbeits ganges gelagert, der sich auf die Sohlplatten für Walzenständer stützt.

Da keine starre Verbindung zwischen den St rollen und den Antriebachsen besteht, können sie je dem Verhältnis der Walzengeschwindigkeit zur Rollg geschwindigkeit auf ihren Achsen vor- oder nach

Abb. 4 bis 6
1150 mm-Umkehrblockstraße I der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Werk August-Thyssen-Hütte, Hamborn. (Vergl. Tafel 2)

Abb. 4

4765 4765 550 800

Abb. 5

RZ723Z5

...gedessen werden Stöße in den Stufenrollen und in den ...örigen Antriebrädern mit Sicherheit vermieden, und ...che, die früher häufig vorkamen, sind vollkommen ...geschlossen. Die Stufenrollen werden durch Stirn...er von der nächstliegenden Rollgangrolle aus, unter Zwischenschaltung von Kupplungen mit abziehbaren Muffen, angetrieben. Die Stirnräder q sind in einem besonderen Bock gelagert, der auf der Sohlplatte befestigt ist. Der Antrieb der Stufenrollen durch Stirnräder und Kuppelmuffen hat noch den Vorteil, daß auch bei bleiben-

Abb. 7
Tiefofenkran beim Abstellen eines Blockes auf dem vorderen Blockkipper mit Boden.

den Durchbiegungen der Achsen keine Betriebstörung eintritt, da infolge der beweglichen Kuppelmuffen eine etwa durch die Stöße des Walzgutes hervorgerufene Durchbiegung der Achsen möglich und somit auch ein Bruch der Stirnräder ausgeschlossen ist.

Der an den Arbeitsrollgang *l*, Abb. 3, anschließende Verlängerungsrollgang *n* hat drei Rollen von 2100 mm und neun Rollen von 1500 mm Ballenlänge. Der Rollendurchmesser beträgt 600 mm und die Teilung 1600 mm. Auf der andern Seite des Walzgerüstes schließt sich an den Arbeitrollgang *k* der Verlängerungsrollgang *m* mit 14 Rollen von den gleichen Abmessungen und der gleichen Teilung an.

Der vorgewalzte Block läuft je nach seiner weiteren Verarbeitung im eigenen Werk oder in fremden im letzten Stich hinter oder vor der Walze aus. Deshalb schließen sich an die Verlängerungsrollgänge *m* und *n* auf beiden Seiten Scherenrollgänge *o* und *p* mit durch Druckwasser angetriebenen Scheren *r* und *s* an, auf die die Hilfseinrichtungen folgen.

Beide Blockscheren haben die gleiche Bauart. Der Betriebsdruck beträgt 500 at; er wird mittels lufthydraulischer Multiplikatoren *t* und *u* erzeugt, die neben den Scheren aufgestellt sind. Die Scheren sind mit den Vorstößen *v* und *w* für Längen bis zu 5 m ausgerüstet.

Die Rollgänge *x* und *y* vor und hinter den Scheren sind fliegend angeordnet, d. h. die Rollen sind nur auf einer Seite, jedoch hier doppelt, gelagert und auf der andern völlig frei. Zum Wegschaffen der Blockenden sind in die Rollgänge drei oder vier Rollen in den Wipptischen *z* und a_1 gelagert, die durch Druckwasser betätigt werden. Der Antrieb der Wipptischrollen ist in den Drehpunkt des Tisches verlegt. Durch Senken der Wippen rutschen d
Blockenden über eine schiefe Ebene in die Schro
kasten b_1 und c_1.

Im Anschluß an die Blockendenrutsche der Schere ist noch ein durch Druckwasser betätigter heb- und sen
barer Vorstoß d_1 mit schräggestellter Anschlagfläche f
kurze Blöcke eingebaut. Die kurzen Blöcke laufen geg
diesen, werden seitlich abgelenkt und gleiten über ei
Rutsche in den Sammelkübel e_1. Die längeren Blöc
laufen weiter und werden mittels zweier Vorric
tungen f_1 und g_1 auf die Sammelroste h_1 und i_1 geschobe
Der dritte Sammelrost k_1 mit dem Abschieber l_1 ist f
Brammen bestimmt. Hinter jedem Sammelrost sind au
klappbare Vorstöße m_1, n_1 und o_1 mit Federpuffer ei
gebaut, von denen die hinter den Rosten h_1 und k_1 b
findlichen m_1 und n_1 durch Druckwasser betätigt werde
damit nach Auffüllung eines Rostes der Rollgang schn
freigemacht werden kann.

Die mittels Zahnstange elektrisch angetriebenen A
schiebevorrichtungen f_1, g_1 und l_1 werden nach jed
Hub durch eine selbsttätige Kupplung ausgeschaltet. I
Abschiebelineale haben auf der Scherenseite Abweis
die verhindern sollen, daß zu schnell nachfahrende Blöc
oder Brammen hinter die noch nicht zurückgezogen
Lineale der Abschiebeköpfe geraten. Um das Verschieb
des Halbzeugs auf den Rosten durch die Abschiebev
richtungen zu erleichtern, sind die Roste mit du
Druckwasser angetriebenen Abziehvorrichtungen p_1,
und r_1 ausgerüstet, die die Blöcke an das hintere E
der Roste bringen. Durch einen Zangenkran werden
Blöcke von den Rosten abgenommen, um in einer bes
deren Halle gestapelt und verladen zu werden.

Die auf den eigenen Fertigstraßen auszuwalzen
Blöcke laufen mit dem letzten Stich vor der Walze a
Da dies für den größten Teil der Erzeugung zutri
wurde auch die Kantvorrichtung für die Blöcke hin
die Straße gelegt, damit die Blöcke vor dem letzten St
noch einmal gekantet werden können. Hinter der Blo
schere *r* befinden sich im Anschluß an die Blockend
wippe *z* mit Rutsche und Schrotkübel b_1 mehrere
schiebevorrichtungen. Die zwei ersten Abschiebe
richtungen s_1 und t_1 mit doppeltem Zahnstangenantr
sind für 9 m-Blöcke bestimmt, können jedoch für 18
Blöcke miteinander gekuppelt werden.

Die Blöcke werden durch die Abschieber auf ei
schmalen Wiegerost u_1 geschoben, gewogen und alsd
mit zwei übereinanderliegenden schnellaufenden P
zenkranen den schweren Fertigstraßen zugefü
die mit der Blockstraße parallel laufen und
denen sie ohne eine weitere Erwärmung,
mit Blockwalzhitze, weiterverwalzt werden. Hi
den Abschiebevorrichtungen s_1 und t_1 sind noch z
weitere Abschieber v_1 u d w_1 mit Sammelrosten x_1 un
für 3 m-Blöcke eingebaut. Diese Blöcke werden
dem Abschieben ebenfalls gewogen und hierauf d
Abziehvorrichtungen z_1 und a_2 mit Druckwasserbet
auf die Sammelroste x_1 und y_1 gezogen, von denen
durch einen besonderen Kran zu den Wärmöfen der m
leren Fertigstraßen gebracht werden. Auf dem För
rollengang hinter den Rosten sind aufklappbare
stöße b_2, c_2, und d_2 angeordnet, von denen die Vors
c_2 und d_2 durch Druckwasser angetrieben werden.

Die 1150 mm-Duo-Umkehrblockstraße I der Au
Thyssen-Hütte, Hamborn, Abb. 4 bis 6, ist den Verf
rungswalzwerken, die in gleicher Flucht liegen,
geschaltet. Das Walzwerk mit den Arbeitsrollgängen
entsprechend der Lage der Tiefofenhallen zwei Zuf
rollgänge mit drei durch Druckwasser betrieb
Blockkippern. Der linke Zufuhrrollgang enthält
Blockkipper, mit denen die vom Tiefofenkran, Ab
abgestellten Blöcke sowohl nach rechts als auch
links gekippt werden können. Der rechte Zufuhrroll
hat dagegen nur einen Blockkipper gewöhnlicher Ba
Die Arbeitsrollgänge sind je 8 m lang und haben je 9
len, davon je eine Stufenrolle an dem Ende, das
Walzen zugewendet ist. An die Arbeitsrollgänge
Verlängerungsrollgänge angeschlossen.

Schnitt A·B

Abb. 10

Funke: Neuzeitliche Umkehrblockwalzwerke

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2 und 3
1150 mm-Blockstraße III der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., August-Thyssen-Hütte, Hamborn.

- *a* Duo-Blockgerüst mit Walzen von 1150 mm Dmr. und 2800 mm Ballenlänge
- *b* Kammwalzgerüst
- *c* Umkehr-Walzenzug-Gleichstrommotoren mit 300 mt Drehmoment bei 60 bis 120 Uml./min
- *d* Ortmann-Kupplung
- *e* Hilfswelle
- *f* Ortmann-Kupplung
- *g* Zufuhrrollgang
- *h* Blockkipper
- *i* Blockkipper
- *k* Arbeitsrollgang vor der Walze
- *l* Arbeitsrollgang hinter der Walze
- *m* Verlängerungsrollgang vor der Walze
- *n* Verlängerungsrollgang hinter der Walze
- *o* Scherenrollgang vor der Walze
- *p* Scherenrollgang hinter der Walze
- *q* Getriebe für Stufenrollen
- *r* Schere mit Druckwasserantrieb
- *s* Schere mit Druckwasserantrieb
- *t* Luft-hydraulischer Multiplikator
- *u* Luft-hydraulischer Multiplikator
- *v* Vorstoß
- *w* Vorstoß
- *x* Rollgang vor der Schere *r*
- *y* Rollgang hinter der Schere *s*
- *z* Wipptisch
- a_1 Wipptisch
- b_1 Schrotkasten
- c_1 Schrotkasten
- d_1 Vorstoß mit schrägem Anschlag
- e_1 Sammelkübel
- f_1 Abschiebevorrichtung
- g_1 Abschiebevorrichtung
- h_1 Sammelroste
- i_1 Sammelroste
- k_1 Sammelroste
- l_1 Abschiebevorrichtung
- m_1 aufklappbarer Vorstoß
- n_1 aufklappbarer Vorstoß
- o_1 aufklappbarer Vorstoß
- p_1 Abziehvorrichtung
- q_1 Abziehvorrichtung
- r_1 Abziehvorrichtung
- s_1 Abschiebevorrichtung
- t_1 Abschiebevorrichtung
- u_1 Wiegerost
- v_1 Abschiebevorrichtung
- w_1 Abschiebevorrichtung
- x_1 Sammelrost
- y_1 Sammelrost
- z_1 Abziehvorrichtung
- a_2 Abziehvorrichtung
- b_2 Vorstoß
- c_2 Vorstoß
- d_2 Vorstoß

Abb. 10

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 11

Abb. 10 bis 13
1150 mm-Umkehrblockstraße der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Phönix, Duisburg-Ruhrort.

a Oberwalze
b Einbaustück
c Brechtopf
d Druckspindel
e Druckmutter
f Walzenständer
g Elektromotoren (Abb. 12)
h Schnecke
i Schneckenrad
k Vierkant der Druckspindel
l hohle Schraubenspindel
m Bügel
n Federn
o Stangen
p Kugeldrucklager
q Ständerhaube

800 800 850 850 1000 1000 850

1080 7520 1080

B

2285

Funke: Neuzeitliche Umkehrblockwalzwerke

Abb. 8
1150 mm-Umkehrblockstraße Phönix im Werkstattaufbau; vorn links: Doppelblockkipper.

Abb. 9
1150 mm-Blockstraße Phönix in Aufstellung am Betriebsort.

Die 1150 mm-Duo-Umkehrstraße für Phönix-Ruhrort, ob. 8 bis 13 (Bildblatt 4 und Tafel 3) dient als Vorraße für ein anschließendes Profileisenwalzwerk. Das ockgewicht beträgt zur Zeit 4500 kg, die tägliche Leiung 2500 t. Die Rohblöcke werden in 23 Stichen zu öcken von 130 mm² oder in 18 Stichen zu Brammen von × 450 mm² gewalzt. Die Abmessungen des Walzwerks d der Antriebe sind so bemessen, daß das Blockgewicht äter auf 8000 kg erhöht werden kann.

Das gesamte Blockwalzwerk wird rein elektrisch antrieben; durch Druckwasser betätigte Geräte, sowohl r den Gewichtsausgleich der Oberwalze als auch für den ntrieb der Blockkipper, Blockscheren, Wippen, Voröße, Abziehvorrichtungen usw., sind nach Vorschrift der alzwerkleitung vermieden. In dem Zufuhrrollgang mußten wegen der Lage der Tieföfen in zwei nebeneinanderliegenden Hallen zwei Blockkipper eingebaut wergen, die als Doppelkipper ausgebildet sind, der nach beiden Seiten kippen kann, s. a. Abb. 8. Der Doppelkipper entsteht durch Vereinigung von zwei einfachen Blockkippern mit verschiedenen Kipprichtungen. Zufuhrrollgang und Verlängerungsrollgang hinter der Walze (rechts) sind miteinander vereinigt.

Die Arbeitsrollgänge haben je zwei Stufenrollen. Die Hälse der ersten Stufenrollen, die den Walzen zunächst liegen, gehen durch Öffnungen im Ständer hindurch zu den außenliegenden Lagerstellen.

Über Einzelheiten der Umkehr-Blockwalzwerke werde ich in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift berichten. [B 723]

Über Vierwalzengerüste

Bis vor etwa einem Jahr war die Weiterentwicklung s Bandstahl-Walzwerkes praktisch zum Stillstand gemmen. Die vorhandenen Walzwerke konnten etwa 610 mm eiten und 2,05 mm dicken Bandstahl oder solchen von geigerer Breite bis zu Dicken von 1,14 bis 1,02 mm walzen.

Grundlegende Änderungen der Walzwerkkonstruktionen ußten daher vorgenommen werden, falls der Stahl in ößeren Breiten gewalzt werden sollte; eine Vergrößerung r Walzendurchmesser war wegen der Reibung in den gerzapfen nicht mehr möglich. Die Verwendung von llenlagern wurde erwogen, aber man konnte kein Rollenger konstruieren, das der Beanspruchung gewachsen gesen wäre und das man so eng zusammenbauen konnte, e es die Bauart der Duowalzwerke erforderte[1]).

Beim Walzen von dünnen Blechen fallen die Kosten r den Kraftbedarf erheblich ins Gewicht. Ein Gerüst mit vier Walzen übereinander, Abb. 1 und 2, ist leistungsfähiger als ein Duowalzwerk, jedoch werden bei gewöhnlichen Lagern die Kosten für den Kraftbedarf sehr hoch. Eine große und teure Anlage muß das Walzgut mit sehr großer Geschwindigkeit liefern, wenn das den höheren Anlagekosten entsprechende Gewicht erzeugt werden soll. Bei gewöhnlichen Lagern würden sich hierbei die Lagerzapfen sehr erwärmen. Bei Einbau geeigneter Rollenlager kann man die Schwierigkeiten überwinden. Bei der Columbia Steel Co. hat man ein Universalwalzwerk als Vorwalzwerk und vier Fertiggerüste hintereinander mit je vier Walzen im Gerüst zum Warmwalzen und fünf Gerüste gleicher Bauart zum Kaltwalzen aufgestellt, um 915 mm breiten und 2,05 mm dicken Bandstahl herzustellen. Beim Walzen von 1,6- und von 1,14 mm-Bandstahl ergeben sich aber Schwierigkeiten in den Lagern, da das Walzgut auf den Fertigwalzwerken zu kalt geliefert wurde. Das Universalwalzwerk arbeitet für Bandeisen unter 2,05 mm Dicke nicht schnell genug.

Abb. 1
Plan des Vierwalzengerüstes.
angetriebene Walzen
Druckwalzen.

Bei der Weirton Steel Co. wurde ein Walzwerk mit m Warmgerüsten hintereinander und zweimal fünf Kaltüsten in der gleichen Reihenfolge aufgestellt, nachdem n eingehende Versuche über Walzendruck, Zapfendrücke l Reibung vorgenommen hatte. Das Vierwalzwerk ist wohl für Warmwalzen als auch für Kaltwalzen sehr gut ignet. Beim Warmwalzen liegt die Grenze wahrscheini bei 1,14 mm Dicke, obwohl einzelne Werke noch weiter untergehen wollen. Die weitere Verarbeitung auf gegere Dicke bleibt entweder dem Warmwalzwerk durch einanderpacken von mehreren Bändern oder dem Kaltzwerk vorbehalten. Da zur Zeit über das Kaltwalzen vier Walzen noch wenige Erfahrungen vorliegen, kann man heute noch nicht entscheiden, bis zu welcher Dicke man heruntergehen kann, auch über die größte Walzgeschwindigkeit liegen noch keine genügenden Untersuchungen vor. Man kann mit den Vierwalzen-Walzwerken außerordentlich genau walzen, z. B. 75 m langen und 762 mm breiten warmen Bandstahl mit größten Unterschieden in der Dicke von 0,076 mm.

Abb. 2
Vierwalzengerüst.

Auf dem Warmwalzwerk in Weirton kann man 40 t/h Bandstahl (762 mm breit und 1,14 mm dick) herstellen. Die theoretische Erzeugung beträgt bei 244 m/min Endwalzgeschwindigkeit 135 t/h. Beim Kaltwalzwerk sind die Möglichkeiten für eine große Erzeugung nicht so groß, immerhin kann eine Endwalzgeschwindigkeit von 61 m/min und eine Abnahme der Dicke von 60 vH in einem viergerüstigen Walzwerk erreicht werden.

Den Kraftverbrauch für eine Tonne warm gewalzten Bandstahl hat man noch nicht einwandfrei festgestellt, doch scheint für eine Platine von 76 mm Dicke, die auf 1,14 mm Dicke ausgewalzt wird, ein Kraftverbrauch von 80 kWh/t reichlich bemessen zu sein. Zum Auswalzen von 2,05 mm auf 1,14 mm Dicke im Kaltwalzverfahren gebraucht man 30 kWh/t, bezogen auf den gewalzten Bandstahl.

Für die Druckwalzen verwendet man Rollenlager, für die Arbeitswalzen Walzenlager aus Bronze, da die Drücke in diesen Lagern verhältnismäßig gering sind.

[M 1066] St.

[1]) „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 1367; „The Blast Furnace and Steel Plant" Bd. 15 (1927) S. 567.

Fortschritte im Bau elektrischer Maschinen

Von Prof. Dr. F. Niethammer, Prag

(Fortsetzung von S. 136)

Diesel-Stromerzeuger

Der größte Dieselmaschinen-Synchronstromerzeuger, Bauart SSW, läuft in den Hamburgischen Electricitätswerken und leistet 13 000 kVA bei 6300 V und 93 Uml./min; der Außendurchmesser des Gehäuses beträgt 8200 mm. Die größte Synchronmaschine in Verbindung mit einer Gasmaschine haben die Schorch-Werke A.-G., Rheydt, gebaut, und zwar für 10 000 kVA bei 94 Uml./min, 5300 V für die Rheinischen Stahlwerke[11]); der Außendurchmesser des Gehäuses beträgt 10,75 m, die Bohrung $D = 8{,}95$ m. Beide Stromerzeuger sind im Ständer und Läufer vierteilig. Den Aufbau eines Gasmaschinen-Stromerzeugers der Skodawerke zeigen Abb. 32 und 33; er leistet 6600 kVA, bei 115 Uml./min, sein Schwungmoment GD^2 beträgt 1800 tm².

Mit Rücksicht auf das große Schwungmoment, das solche Maschinen zur Erzielung eines Gleichförmigkeitsgrades von etwa $^1/_{250}$ und ausreichender Pendelfreiheit haben müssen, verwendet man gern Außenpolmaschinen, Abb. 34. Bei der Innenpolmaschine läßt sich mit dem Stromerzeuger ein Schwungrad verbinden, dessen Außendurchmesser etwa mit dem des Ständers zusammenfallen soll und an das sich der Polkranz gut anbauen läßt. Alle Stromerzeuger für Gas- und Ölmaschinen sind mit einem Dämpferkäfig in den Polschuhen auszurüsten, damit Pendelungen des Läufers, die infolge der periodisch wechselnden Antriebkraft auftreten können, vermieden werden.

[11]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1207.

Wasserkraft-Synchronstromerzeuger

Bezüglich der Stromerzeuger für Antrieb d
Wasserkraftmaschinen mag zuerst darauf hingewi
werden, daß sich die Bauart mit stehender Welle, beson
in Niederdruckwerken und bei Kaplan- oder Propeller
binen, immer mehr durchsetzt; in Amerika sollen etwa 8
aller Wasserkraftanlagen in dieser Bauart mit senkrec
Welle ausgeführt sein. Trotz der hohen spezifischen D
zahl der Propellerturbinen findet man auch wieder Ü
setzungen zwischen Turbine und Stromerzeuger, und z
neuerdings meist Stirnräder mit parallelen Wellen.

Der Leistung nach am größten sind die Stromerzeu
für das Kraftwerk an den Niagarafällen, Abb. 35[12]);
Nutenform zeigt Abb. 36. In Amerika läuft ferner
Stromerzeuger für 54 000 kVA, 187½ Uml./min, 12 00
ferner ein Stromerzeuger für 50 000 kVA, 300 Uml./
13 200 V. Wegen ihrer hohen Drehzahl stellen drei
arten von Stromerzeugern des Tecnomasio Italiano Bro
Boveri Grenzleistungen dar: nach Abb. 37 mit 45 800 k
300 Uml./min mit senkrechter Welle für Kraftwerk Ga
und Abb. 38 und 39 mit 30 000 kVA, 420/500 Uml./min
wagerechter Welle für das Kraftwerk Mese der Soc
Cisalpina, ferner Einheiten für 36 000 kVA, 252/300 U
min, 42/50 Hertz, 11 000 V mit senkrechter Welle für
Kraftwerk Kardaun bei Bozen; zwei dieser Stromerze
werden von der Compagnia Generale in Mailand geba

[12]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 88.

7850 Ø
6400 Ø
RZ 564 232 u 33

Abb. 32 und 33 (lin
Drehstromerzeuger
Skodawerke;
6600 kVA, 115 Uml./
50 Hertz, $v = 38$
Läufergewicht 76
$GD^2 = 1800$ tm², C

25,2 mm
186,7 mm

Abb. 36
Nutenform
Stromerzeug
Abb. 35;
2 × 4 Leiter z
12 Teilleiter
einer Nut
Glimmerisolat
Bruchlochwi
lung mit verk
tem Schritt

Abb. 34
Außenpol-Drehstromerzeuger der Skodawerke; 1250 kVA, 125 Uml./min, 50 Hertz, $v = 36$ m/s, Läufergewicht 26 t, $GD^2 =$ 500 tm², $C = 2,3$.

Abb. 35
Niagara-Stromerzeuger; 65 000 kVA, 107 Uml. min, 25 Hertz, 12 000 V, Eisenlänge $l = 2150$ mm. Darüber Hausstromerzeuger von 650 kVA bei 2200 V; über dem Schirm Segmentspurlager.

Die Maschine, Abb. 37, ist ähnlich gebaut wie der in b. 40 im Schnitt gezeichnete Drehstromerzeuger, der erdings nur 35 000 kVA bei 337/375 Uml./min leistet. Die hlluft wird durch einen Betonschlauch abgeführt.

Beide Stromerzeuger, Abb. 38, 39 und 40, haben Zwillingsausführung des Polrades, aufgeschraubte Polansätze und Einlagen-Seitenwicklung im Ständer mit Evolventenbügeln.

Die Siemens-Schuckertwerke, A.-G., haben einen Drehstromerzeuger für 42 000 kVA bei 10 500 V, 333 Uml./min, mit angebautem Hausstromerzeuger für 1200 kVA, 5200 V, mit senkrechter Welle hergestellt. Die ebenfalls bei den SSW gebauten Drehstromerzeuger mit senkrechter Welle für das Shannonkraftwerk in Irland leisten 30 000 kVA bei 10 500 V, 150 Uml./min und 50 Hertz. Die neuen, von der AEG-Union, Wien, gebauten Drehstromerzeuger im Achenseewerk leisten je 25 000 kVA bei 500 Uml./min.

Abb. 38 und 39
Drehstromerzeuger, Bauart Tecnomasio-BBC: 30 000 kVA, 420/500 Uml./min, 800 V ± 5 vH, 42/50 Hertz, $v = 65/78$ m/s, $C = 2,8$.

Abb. 37
Drehstromerzeuger für das Kraftwerk Galleto;
45 800 kVA, 10 800 V, 300 Uml./min, 50 (und 42)
Hertz, Turbinenleistung 50 000 PS.

Der von der AEG für Norwegen gelieferte Drehstromerzeuger, Abb. 41 und 42, leistet 29 000 kVA bei 11 000 bis 12 000 V und 300 Uml./min. Die Pole mit geblätterten, d. h. aus einzelnen isolierten Blechen bestehenden Polschuhen sitzen mit Schwalbenschwänzen in Stahlringen.

Wegen ihrer niedrigen Drehzahl erwähnenswert sind die Stromerzeuger, die von der Allmänna Svenska Electriska Aktiebolaget für das Kraftwerk Lilla Edet in Schweden gebaut sind; sie leisten je 10 000 kVA bei 11 000 V, 63 Uml./min und 25 Hertz. Den mechanischen Abmessungen nach ist ein amerikanischer Drehstromerzeuger für 40 000 kVA, 82 Uml./min, 60 Hertz und 13 800 V am größten; sein Außendurchmesser beträgt 11,5 m, die Welle steht senkrecht.

Die Einphasen-Stromerzeuger für Bahnstrom mit 15 000 V, 16⅔ Hertz, mit geerdetem Pol, bereiten wegen ihrer wenigen, aber schweren Pole erhebliche Bauschwierigkeiten. Abb. 43 und 44 zeigen einen von BBC für das Kraftwerk Vernayaz der Schweizerischen Bundesbahnen gelieferten Einphasen-Stromerzeuger für 11 000 kVA bei 15 000 V, 16⅔ Hertz und 333⅓ Uml./min, bei dem jeder Pol mit zwei sägeförmigen Schwalbenschwänzen in Stahlringe eingesetzt ist. Die Dämpferstäbe sind mit den Ringen durch nachgiebige Bänder verbunden. Ferner lieferte BBC u. a. einen Einphasen-Stromerzeuger für 16 000 kVA, 250 Uml./min und einen für 12 000 kVA, 166,7 Uml./min[13]).

Da man die Wasserkraft-Stromerzeuger jetzt noch ausschließlich mit Schenkelpolen ausführt, deren Erregerwicklung aus hochkantig gewickeltem Kupfer, z. B. von 70 × 2,5 mm², besteht, manchmal mit zwei Polrädern nebeneinander, Abb. 38, da man weiter mit einer Durchgehdrehzahl gleich der 1,8fachen Nenndrehzahl, bei Propeller- und Freistrahlrädern mit der 2,3- bis 2,5fachen rechnen muß, so kann man in Gl. (1) und (1a) $N_s\, n$ nicht so hoch ansetzen, wie bei Dampfturbo-Stromerzeugern[14]). Für Wasserkraft-Stromerzeuger setzt man äußersten Falles $A = 1000$, $\mathfrak{H} = 8000$ bis 10 000, $v = 65$ bis 80 m/s und $l = 3$ m, so daß

$$N_s\, n \approx 2000\, l\, v^2 \approx 30 \cdot 10^6 \;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

oder etwa $^1/_6$ der Werte bei Dampfturbo-Stromerzeugern wird. In Zahlentafel 3 habe ich die Grenzleistungen noch (1 b) mit den vom Sonderausschuß des American Institute of Electrical Engineers empfohlenen Werten verglichen.

---

[13]) Vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 1669.
[14]) Vergl. Heft 5 S. 130.

Abb. 41 und 42
AEG-Drehstromerzeuger
mit Dämpferkäfig für
29 000 kVA.
11 000/12 000 V,
300 Uml./min.

Abb. 40
Drehstromerzeuger, Bauart Tecnomasio-Brown Boveri; 35 000 kVA, Drehzahl 337/375, 8300/10 000 V, 45/50 Hertz, mit Haupt- und Hilfserregermaschine, $v = 64/71$ m/s, $C = 3$.

Zahlentafel 3

n	1 000	750	720	600	514	500	400	375	300	200	100	Uml./min
s[15])	30 000	40 000	—	50 000	—	60 000	—	80 000	100 000	150 000	300 000	kVA
s[16])	—	—	10 000	20 000	30 000	—	55 000	—	80 000	110 000	130 000	kVA

Die Polräder der Stromerzeuger für Wasserturbinen -tehen entweder aus einem gut geglühten Stahlgußkörper, -b. 35, oder aus Stahlplatten, in welche die Polschuhe Schwalbenschwänzen verschiedener Art eingesetzt werden, Abb. 42 und 44; auch die Hakenbauart der Maschinenfabrik Oerlikon sei hier erwähnt, Abb. 45. Vielfach werden die Polschuhe aufgeschraubt, Abb. 39; nach Abb. 46 und 47 werden die Polschuhe zwischen die Platten eingeklemmt. Bei der Kammkonstruktion der Maschinenfabrik Oerlikon, Abb. 48 und 49, werden die Polschuh-

[15]) Berechnet nach der Formel (tb) $N_s n \approx 30 \cdot 10^6$.

[16]) Nach den vom „Amer. Inst. El. Eng." empfohlenen Werten.

Abb. 43 und 44
BBC-Einphasen-Stromerzeuger für 11 000 kVA bei 333⅓ Uml./min, 15 000 V, 16⅔ Hertz für das Kraftwerk Vernaya
$v = 61$ m/s, $C = 1{,}6$.

pakete mit den kammartigen Polansätzen verzapft und durch mehrere Quereisen an den Kämmen befestigt. Auch nach Art einer Überwurfmutter, Abb. 50, oder einer Stiftschraube, Abb. 51, werden die Polschuhe an den Polansätzen festgemacht. Ganz & Co. schieben eine Hülse mit Polschuh über den Pol und halten sie mit einem Kranz von Stiftschrauben zusammen, Abb. 19 (S. 133). Die Ringbeanspruchung ist auch für diese Polräder genau nach Gl. (2) mit der Durchgehdrehzahl zu berechnen. Bei der niedrigen Polzahl ist eine Berichtigung nötig, wegen deren Berechnung auf eine Arbeit von Dr. Schmalz[17]) verwiesen werden muß; dort ist auch die Nachrechnung des ganzen, bereits genormten Schwalbenschwanzes zu finden.

Die größten Wasserturbinendynamos der Schweiz mit 28 000 kVA, 500 Uml./min und senkrechter Welle liefert zur Zeit die Maschinenfabrik Oerlikon für das Kraftwerk Innertkirchen im Oberhaslital, bei dem die Pole mit drei Haken nach Abb. 45 befestigt sind und die Bohrung $D = 2750$, die Länge $l = 1680$ mm beträgt. Es liegen übrigens bereits Entwürfe für Wasserkraft-Stromerzeuger mit 30 000 bis 50 000 kVA bei 750 oder 1000 Uml./min vor, wobei der Walzenläufer auch auf diesem Gebiete notwendig wird.

[17]) „El. u. Maschinenbau" Bd. 45 (1927) S. 313.

Als Spurlager hat sich das federnde Segmentlager [mit] selbsttätig sich bildendem Ölkeil und Luftabschluß, [wie] es von Mitchel und Kingsbury angegeben ist, allgem[ein] durchgesetzt, Abb. 35.

Die schnellaufenden Stromerzeuger mit wagerec[hter] oder senkrechter Welle für Antrieb durch Dampf- o[der] Wasserturbinen werden in explosionssicheren Schleu[der]gruben mit einer Drehzahl, die über der normalen li[egt,] geprüft[18]).

Das Gehäuse wird heute in der Regel ganz abgesch[los]sen, und mittels angebauter Bläser wird die ganze [Ma]schine richtig und ohne wesentliche Geräusche gekü[hlt], Abb. 38, 41 und 43; die Frisch- und Abluftkanäle füh[ren], z. B. durch die Gebäudesäulen, ins Freie. Die AEG [und] GEC bauen die Gehäuse, z. T. auch die Räder, aus wa[rm] gebogenem und im Lichtbogen zusammengeschweiß[tem] Walzeisen auf und setzen statt der geschlossenen Gru[nd]platten nur einzelne Sohlplatten unter die Stromerzeuger[19]).

Die gut getränkten Spulen der Ständerwicklung [legt] man in offene Nuten, die häufig mit magnetischen Kei[len], vergl. Abb. 52, abgedeckt werden; bei nahezu geschlosse[nen] Nuten schiebt man die auf der einen Seite offenen Spu[len]

[18]) Z. Bd. 71 (1927) S. 901. Vergl. auch „Regeln für die Prü[fung] elektr. Maschinen" § 79, „Hütte" 25. Aufl. Bd. II S. 1070.
[19]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1457 u. 1760.

Abb. 46 und 47
Polkonstruktion der General Electric Co.

Abb. 48 und 49
Kammartige Polansätze der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 45
Hakenbauart der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 50
Aufgeschraubter Polschuh nach Art einer Überwurfmutter.

Abb. 51
Polschuhbefestigung nach Art einer Stiftschraube.

Abb. 52
Magnetischer Keil (Ausführung der Firma Sachsenwerk A.-G.).

n der Seite in die Nuten, Abb. 53, die Enden werden it einer elektrischen Kontaktschweißmaschine verhweißt. Bezüglich der Verdrillung der unterteilten Stäbe lt das bei Dampfturbo-Stromerzeugern Gesagte; der untere einer Zweilagenwicklung braucht weniger stark unilt zu sein als der obere.

Falls ein besondres Schwungrad erforderlich ist, baut an es meist in das Gehäuse des Stromerzeugers ein; remsen, mit Wirbelströmen, Druckluft oder Druckasser[20]) betätigt, setzen die großen umlaufenden Massen sch still.

In Amerika werden Wasserkraftanlagen bis 2 × 12 500 VA völlig selbsttätig betrieben; sowohl die Wasserturnen werden aus der Ferne in und außer Betrieb gesetzt, s auch die Stromerzeuger selbsttätig parallelgeschaltet. eim Warmlaufen eines Lagers oder bei Kurzschluß wird s Kraftwerk von selbst stillgesetzt und bei Wegfall der törung von selbst wieder angelassen. Für kleine Leistunn wird die ohne Turbinenregler arbeitende Kleinturbine ch Reindl-Eßlingen-Petersen gebaut; ihr Gleichstromzeuger mit Neben- und Reihenschluß-Erregerwicklung d geblättertem Polgestell hält die Spannung bei allen Bestungen gleich, obwohl die Drehzahl zwischen Vollast d Leerlauf sich fast verdoppelt. Kaplanturbinen mit ehbaren Laufschaufeln haben von geringen Teillasten s auf erhebliche Überlast, also über einen weiten Beich gute Wirkungsgrade. Es bietet keine Schwierigkeit, e elektrischen Stromerzeuger so zu bauen, daß sie etwa selben Bereiche durchweg hohe Wirkungsgrade aufeisen; in Ausnahmefällen kann man bei geringen Bestungen die Ständerwicklung umschalten oder bei Überstung die Kühlung verstärken.

Es gibt ziemlich viele Wasserkraftanlagen, die Ströme it verschiedenen Periodenzahlen zu liefern haben, z. B.

[20]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1666.

Abb. 54
Wasserkraftwerk Predaro. Asynchroner Stromerzeuger für 50 (42) Hertz und synchroner Stromerzeuger für 16⅔ Hertz auf gemeinsamer Welle. K = Magnetkupplungen.

mit 50, 42 und 16⅔ Hertz. Man kuppelt dann mit derselben Turbine zwei oder drei verschiedene synchrone oder asynchrone Stromerzeuger, Abb. 54. Um die verschiedensten Betriebsarten durchführen zu können, z. B. auch Umformerbetrieb, baut man am besten Kupplungen ein, und zwar eignet sich besonders die elektromagnetische Foster-Kupplung, Abb. 55, die schon für 17 000 PS bei 500 Uml./min gebaut ist. In Abb. 54 ist bemerkenswert, daß außer 50 und 16⅔ Hertz auch 42 Hertz aus dem 50periodigen Stromerzeuger geliefert werden können, da er bei 500 Uml./min von 12 auf 10 Pole umschaltbar ist. Bei der

Abb. 53
Seitlich einzuschiebende Ständerspulen von E. Häfely.

Abb. 55
Elektromagnetische Kupplung nach Foster.

Abb. 56
Hochfrequenz - Stromerzeuger der Crocker Wheeler Co. 10 kW, 6670 Uml./min, 20 000 Hertz, $v =$ 125 m/s. Läufer mit 180 Zähnen, Ständer mit 10 Hauptzacken zu je 11 Zähnen. (Zur Vereinfachung sind nur 3 Zähne des Hauptzackens gezeichnet.)

Aufstellung elektrischer Maschinen und Apparate hoch im Gebirge muß man darauf achten, daß ihre Leistungsfähigkeit um 0,5 bis 1 vH für je 100 m Höhe nachläßt.

Hochfrequenz-Stromerzeuger

Die synchronen Hochfrequenz-Stromerzeuger werden von $f = 1000$ Hertz aufwärts wohl allgemein als Gleichpolmaschinen ausgeführt, bei denen nur ein unbewickeltes Zackenrad umläuft. Wenn auch die Glühkathoden-Gitterröhre in der Funktechnik den Hochfrequenz-Stromerzeuger verdrängt, so braucht man doch die Mittelfrequenzmaschine für 500 bis 1000 Hertz, wofür sich a die Wechselpolbauart eignet, immer noch als Stromqu in der Röntgentechnik; außerdem hat die Hochfreque maschine ein neues Anwendungsgebiet in der Versorg der Hochfrequenz-Schmelzöfen zur Erzeugung von ho wertigen Werkstoffen gefunden. In Abb. 56 ist ein Ho frequenz-Stromerzeuger dargestellt, bei dem der Leistun faktor des Ofens durch einen vorgeschalteten Kondensa von 0,1 auf 1 erhöht wird. Die Wicklung auf den gro Ständerzacken führt den erregenden Gleichstrom gleichzeitig den Hochfrequenzstrom mit 20 000 Hertz 6670 Uml./min; die Maschine wird durch einen Glei strommotor angetrieben. Der größte Hochfrequenz-Str erzeuger ist von der Société Alsacienne, nach der Bau Béthenod für 500 kW, 2500 Uml./min, 15 000 Hertz, 157 Umfangsgeschwindigkeit hergestellt worden; der Läu bewegt sich in Luftleere, Ständer und Läufer haben kühlung.

Wenn τ_z die Zackenteilung bedeutet, die kaum kleiner 8 mm werden kann, so ist die Frequenz $f = \frac{v}{\tau_z}$, wor sich für $v = 250$ m/s, die die Maschine von Alexanderson erreicht hat, $f = 30\,000$ Hertz ergibt. Für Schmelzöfen bereits ein Hochfrequenz-Stromerzeuger von 600 kW, Hertz, 3000 Uml./min und 1800 V im Betrieb.

Berichtigung. Den in Heft 5 S. 129 als letzten wähnten Stromerzeuger von 160 000 kW für das River-Kraftwerk führt die GEC nicht als Einwellens sondern als Doppelsatz mit $2 \times 80\,000$ kW für 25 H und 1500 Uml./min aus. [B 564]

(Schluß folgt)

[21] s. Z. Bd. 65 (1921) S. 467

Über den Atemschutz beim Lackspritzen

Das Lackspritzverfahren[1]) besteht darin, gelöste Farbstoffe mittels Druckluft zerstäubt gegen die anzustreichenden Flächen zu spritzen. Man erzielt dadurch einen sehr gleichmäßigen, beliebig dünnen und rasch trocknenden Farbanstrich, dessen Herstellungskosten wesentlich geringer sind als bei Handarbeit.

Die Gefahren, welche das Lackspritzen für die Gesundheit der Arbeiter in sich birgt, sind auf zwei Ursachen zurückzuführen. Als Farblösungsmittel werden leichte Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Benzin, Benzol, Spiritus, Azeton, Amylazetat, Tetrachlorkohlenstoff u. a., einzeln und gemischt verwendet. Unter dem Einfluß der feinen Zerstäubung füllen die Dämpfe dieser Lösungsmittel sehr bald die Arbeitsräume und verursachen schädliche Einwirkungen auf die Menschen. Durch Benzin und Benzol wird Benebeltheit, Umfallen, Bewußtlosigkeit und Lähmung herbeigeführt; in schweren Fällen tritt der Tod unter Zittern und Zusammenziehen der Muskeln ein. Die Wirkungen von Azeton und von Amylazetat äußern sich in Schwindelanfällen, Benommenheit sowie Narkose und haben stets Arterienveränderungen zur Folge. Auch Spiritus und Tetrachlorkohlenstoff rufen ähnliche Gesundheitschädigungen hervor.

Neben den Lösungsmitteln sind es die Farbstoffe, welche die mannigfachsten Vergiftungserscheinungen verursachen können. Ich nenne nur die Metallfarben, die Blei, Quecksilber, Chrom und Arsen enthalten, sowie manche Teerfarben.

Als Schutzgerät bei Lackspritzverfahren haben sich die bisher bekannten Atemschützer nicht besonders bewährt. Verstopfung der Atmungseinsätze, Beschlagen der Brillengläser und Belästigungen durch Schweiß waren die Hauptnachteile. Es hat daher gleichzeitig mit dem neuen Arbeitsverfahren auch der Atemschutz eine neue Entwicklungsrichtung genommen.

Bemerkenswert einfach ist die Schutzvorrichtung, Abb. 1. Sie besteht aus einem kleinen Brustschild mit einem Kupferrohr in Mundhöhe, das durchlöchert und an die Druckluftleitung angeschlossen ist. Die Anordnung ergibt während des Spritzens einen schützenden Luftschleier vor dem Gesicht des Handwerkers und vermeidet namentlich Druck und Schweißbelästigung im Gesicht des Arbeiters,

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 803.

Abb. 1
Atemschutz beim Lackspritzen mittels Druckluftschleiers vorm Gesicht.

Abb. 2
Atemschutz beim Lac spritzen mittels Druckluf kegels um die Spritzpistol

die bisher mit jeder Maske verbunden waren. Eine an Ausführung zeigt Abb. 2. Hier ist das durchlöche Schutzrohr als Ring um das Mundstück der Spritzpist herum angeordnet. Das Gesichtsfeld ist also nicht m durch das Kupferrohr vor dem Mund eingeengt. Die F dämpfe werden trichterförmig von dem Arbeiter weg blasen. Wichtig ist für beide Einrichtungen, daß die Dru luftzuführung zur Spritzpistole und zu den Schutzringen einem gemeinsamen Absperrhahn aus bedient wird. Be Einrichtungen haben sich im Betriebe gut bewährt.

Dieses Atemschutzverfahren kann aber nur im Fre oder in zweiseitig offenen Arbeitsräumen mit natürlich Luftzug verwendet werden. In geschlossenen, großen o kleinen Arbeitsräumen ist es wirkungslos.

Zum Schluß soll noch darauf aufmerksam gemacht w den, daß beim Lackspritzen wegen der Möglichkeit, daß s explosive Gas-Luftgemische bilden, strengste Feuersch maßnahmen unerläßlich sind. [M 929

Hamburg Gewerberat Dr. Struv

Selbstreglung, ein neues Gesetz der Regeltechnik

Von Th. Stein, Berlin

(Schluß von S. 171)

Mittelbare Schaltung mit zwei Zwischenreglern

Nach Abb. 13 liege eine Anzapf-Gegendruckturbine zwi-
ıen dem geregelten Frischdampfnetz und dem mittelbar
chalteten Speiseventil. Es sind also zwei Zwischen-
ler mit den Schlußzeiten T_{s_1}, T_{s_2} und zwei Zwischen-
ffer (Rohrleitungen) mit den Anlaufzeiten T_1, T_2 vor-
nden. Nach dem früheren Rechnungsgang ergeben sich
Vernachlässigung von Gliedern kleinerer Ordnung fol-
ıde Gleichungen des Regelvorganges:

am Frischdampfnetz

Dampfkessel	Regelspeicher
$\delta_1\,\delta_2\,T_1\,T_2\,T_{s_1}\,T_{s_2}\,w^5$	$\delta_1\,\delta_2\,T_1\,T_2\,T_{s_1}\,T_{s_2}\,w^5$
$+[\delta_1\,\delta_2\,T_1\,T_2\,(T_{s_1}+T_{s_2})]\,w^4$	$+[\delta_1\,\delta_2\,T_1\,T_2\,(T_{s_1}+T_{s_2})]\,w^4$
$+(\delta_2\,T_2\,T_{s_2}+\delta_1\,T_1\,T_{s_1})\,w^3$	$+(\delta_2\,T_2\,T_{s_2}+\delta_1\,T_1\,T_{s_1})\,w^3$
$+(\delta_2\,T_2+\delta_1\,T_1)\,w^2$	$+(\delta_2\,T_2+\delta_1\,T_1)\,w^2$
$+w$	$+w$
$\frac{1}{T_{s_0}}\left(r_0+2\,z_k\,\frac{v\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}\right)=0.$	$+\frac{v}{\delta_0\,T_0}=0.$

Für den Dampfkessel ist hierbei eine Anlaufzeit vor-
sgesetzt, die größer ist als die Anlaufzeiten der Zwischen-
ffer und die Schlußzeiten der Zwischenregler; man kann
chweisen, daß sich dann Änderungen des Kesseldruckes
Vergleich mit den Änderungen der Drücke der Sammel-
tung infolge der Selbstreglung so langsam vollziehen, als
re die Anlaufzeit des Kessels unendlich groß
esseldruck unveränderlich). Die letzten Glieder
Gleichungen unterscheiden sich und zeigen, daß
ch hier die Anlaufzeit T_0 beim Regelspeicher
d die Schlußzeit T_{s_0} beim Dampfkessel gleich-
rtig sind. Da in kritischen Fällen die Rück-
ırung r_2 praktisch keinen Einfluß hat, so gilt
$r_2=0$ die Beziehung

$$T_0 \sim \frac{c_0}{2\,z_k\,\delta_n}\,T_{s_0}$$

d die für beide Fälle gemeinsame Stabilitäts-
lingung

$$\left[\left(\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}\right)^2+m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}\right]$$
$$\times\left[\left(1+m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}\right)-v\,\frac{T_{s_2}}{\delta_0\,T_0}\left(1+m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}\,\frac{T_{s_1}}{T_s}\right)\right]$$
$$>m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}\left(1+\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}-v\,\frac{T_{s_2}}{\delta_0\,T_0}\right)^2.$$

Für sehr lange Schlußzeiten beim
mpfkessel oder sehr lange Anlaufzeit
m Regelspeicher ($T_0=\infty$) vereinfacht
h die Bedingung in

$$\left(\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}-m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}\right)^2>0,$$

erfüllt ist, wenn

$$\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}\neq m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}.$$

Bei dieser mittelbaren Schaltung tritt
o eine Art von Resonanz auf, wenn die
ılußzeiten und Ungleichförmigkeiten der
ischenregler und die Anlaufzeiten der
ischennetze in einem bestimmten Ver-
tnis stehen.

Für endliche Werte von T_0 erweitert sich die Linie gleicher Verhältniswerte zu einem unstabilen Bereich. Abb. 14, der auf einer Seite durch eine Gerade begrenzt ist. Analytisch gilt für die stabilen Gebiete

$$\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}>\frac{m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}}{1-\frac{v\,T_{s_2}}{\delta_0\,T_0}}.$$

außerdem

$$\frac{T_{s_2}}{T_{s_1}}\lessgtr\frac{\delta_1\,T_1}{2\,\delta_2\,T_2}\left(1\pm\sqrt{1-\frac{v\,T_{s_2}}{\delta_0\,T_0}\,\frac{\delta_2\,T_2}{\delta_1\,T_1}}\right),$$

wenn

$$m_2\,\frac{\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2}>\frac{v\,T_{s_2}}{\delta_0\,T_0}.$$

Es genügt also hier nicht, daß die Schlußzeit des mittelbar geschalteten Ventils (beim Kessel) oder die Anlaufzeit des Regelspeichers groß ist; vielmehr müssen auch die Schlußzeiten oder die Ungleichförmigkeiten der beiden Druckregler der Maschine aufeinander abgestimmt werden. Hierzu wurde die Linienschar, Abb. 15, aufgestellt; die Pfeile weisen in das stabile Gebiet. Die Bedeutung von K findet sich in den Zusammenstellungen 2 und 3.

Mittelbare Schaltung bei angezapften Kraftmaschinen

Die Stabilitätsbedingungen ändern sich grundsätzlich nicht, wenn, wie in Abb. 16, eine Anzapfmaschine mit Geschwindigkeitsregler und Druckregler an die Stelle der An-

Abb. 13
Mittelbar geschaltetes Überströmventil bei einer Anzapf-Gegendruckmaschine.

Abb. 14
Abgrenzug der stabilen und unstabilen Gebiete bei zwei Zwischenreglern.

Abb. 15
bilitätsbedingungen einer mittelbaren Schaltung mit zwei Zwischenreglern für verschiedene Konstanten K. (vergl. Zusammenstellung 2 und 3).

T_{s_1}, T_{s_2} Schlußzeit der gesteuerten Ventile
δ_1, δ_2 Ungleichförmigkeiten der Regler
T_1, T_2 Anlaufzeiten der Dampfnetze
Schluckfähigkeit von Niederdruckteil zu Hochdruckteil der Maschine.

Abb. 16
Mittelbar geschaltetes Überströmventil bei Anzapfmaschinen.

Erklärung zu Abb. 16.

T_{s_0}, T_s Schlußzeiten der gesteuerten Ventile
δ_0, δ_1, δ Ungleichförmigkeiten der Regler
δ_n verhältnismäßiger Druckabfall bei Vollast
T_a Massenanlaufzeit der Maschine
T_1 Anlaufzeit des Anzapfnetzes

Erklärung zu Abb. 18.

T_1 Anlaufzeit der Vorwärmer
T_a Massenanlaufzeit der Maschine
δ_0, δ Ungleichförmigkeiten der Regler
δ_n verhältnismäßiger Druckabfall bei Vollast

Abb. 18
Kraftmaschine mit Anzapfvorwärmung.

zapf-Gegendruckmaschine tritt. Auch hier sind zwei Zwischenregler vorhanden, und die Anlaufzeit T_a der Schwungmassen der Maschine hat den gleichen verzögernden Einfluß wie die fehlende zweite Rohrleitung. Hier muß man in jedem Einzelfall außer der Schluckfähigkeit beider Maschinenteile das Verhältnis der Leistungen von Hochdruck- und Niederdruckteil bei voller Beaufschlagung durch Konstanten m_1, m_1' berücksichtigen. Dagegen kann man mit gleichen Schlußzeiten beider Maschinensteuerungen rechnen, da man aus Sicherheitsgründen nicht einen der Regler langsamer schließen lassen darf, um Stabilität herbeizuführen.

Die Stabilitätsbedingung lautet:

$$\left(1+m_1 m_1' \frac{\delta_1 T_1}{\delta T_a}\right)\left[(1+m_1')\left(1+m_1 m_1' \frac{\delta_1 T_1}{\delta T_a}\right) - v \frac{2 z_k \delta_n T_s}{c_0 \delta_0 T_0}\left(1+m_1 m_1' \frac{\delta_1 T_1}{\delta T_a}\right)\right]$$
$$> m_1 \frac{\delta_1 T_1}{\delta T_a}\left[2(1+m_1') - v \frac{2 z_k \delta_n T_s}{c_0 \delta_0 T_{s_0}}\right]^2.$$

Die Grenzwerte sind in Abb. 17 dargestellt.

Für sehr lange Schlußzeiten des mittelbar geschalteten Reglers oder Anlaufzeiten eines Regelspeichers ($T_0 = \infty$) ergibt sich, daß die Anlaufzeiten der Maschinenmassen (T_a) und des Anzapfnetzes (T_1) stark voneinander abweichen müssen.

$$\frac{\delta T_a}{m_1 \delta_1 T_1} \gtrless m_1' + 2\left(1 \pm \sqrt{1+m_1'}\right).$$

Zum Beispiel muß für eine Maschine, bei der sich im Hoch- und Niederdruckteil die Gefälle wie 1 : 1, die größten Dampfmengen und ebenso die größten Leistungen wie 2 : 1 verhalten ($m_1 = 2$, $m_1' = 2$), bei $\delta_1 = \delta$ die Massenanlaufzeit der Maschine unter dem Einfluß der Niederdruckleistung mindestens 15 mal größer oder kleiner als das 1,1fache der Anlaufzeit des Anzapfnetzes sein. Praktisch kommt nur der obere Grenzwert in Betracht. Selbst bei $T_a = \infty$ muß außerdem sein:

$$v \frac{2 z_k \delta_n T_s}{c_0 \delta_0 T_{s_0}} < 1 + m_1'.$$

Auch Kraftmaschinen mit Anzapfvorwärmern, Abb. 18, denen das Speisewasser in einer Menge zufließt, die durch einen Frischdampf-Druckregler zum Zweck des Ausgleiches verändert wird, gehören hierher: der Drehzahlregler [illegible] Maschine muß ansprechen, ehe Änderungen der Spe[illegible]wassermenge auf den Dampfdruck zurückwirken.

Durch den Hub des Speiseventils mit der Schlußzeit [illegible] wird die Speisewassermenge und damit gleichzeitig [illegible] niedergeschlagene Vorwärmdampfmenge in beiden Stu[illegible] um μ_0 verändert. Dadurch verschieben sich selbstrege[illegible] die Mengen und Drücke längs der Turbine. Die Änder[illegible] der durchfließenden Dampfmengen ist der Änderung [illegible] Zwischendrücke φ_1, φ_2 annähernd verhältnisgleich, au[illegible]dem aber von der Maschinenbelastung z abhängig, [illegible] ändert sich die Menge in der zweiten Druckstufe um [illegible] und im Niederdruckteil um $z \varphi_2$. Durch den Hochdruck[illegible] fließt die Menge μ_1 unter dem Einfluß des Drehzahlregl[illegible] Der Unterschied zwischen der zufließenden und der [illegible] fließenden Menge bringt den Druck der Vorwärmer [illegible] Steigen; ihre Anlaufzeit sei T_1 unter dem Einfluß [illegible] vollen Hochdruckdampfmenge:

$$T_1 \varphi_1' = \mu_1 - \mu_0 - z \varphi_1$$
$$T_1 \varphi_2' = z \varphi_1 - \mu_0 - z \varphi_2.$$

Ist n_1 der Anteil des Hochdruckteiles am gesam[illegible] Wärmegefälle und n der Anteil einer Vorwärmstufe [illegible] ist φ die Drehzahländerung der Maschine infolge kü[illegible]licher Regelung der Maschinensteuerung und der Sel[illegible]reglung in den Vorwärmstufen, so gilt

$$c_1 T_a \varphi' = (n_1 + c_2)\mu_1 + n z \varphi_1 + n z \varphi_2.$$

Das Glied c_2 ist neben n_1 vorhanden, wenn neben [illegible] Kraftmaschinen mit Anzapfvorwärmung auch Kraftmas[illegible]nen ohne Vorwärmer mit einer c_2-mal größeren Leist[illegible] an das gleiche Dampfnetz angeschlossen sind. Die Mass[illegible]anlaufzeit wächst dann auf das c_1- = $(c_2 + 1)$-fache der [illegible]laufzeit einer Maschine.

Die Frischdampfmenge μ_1 wird durch die Änder[illegible] der Drehzahl φ geregelt,

$$T_s \mu_1' + \mu_1 = \frac{\varphi}{\delta},$$

das Speiseventil durch die Druckänderung φ_0 der Sam[illegible]leitung, wobei ein Regler ohne Rückführung angenom[illegible] wird:

$$T_{s_0} \mu_0' = \frac{\varphi_0}{m \delta_0}.$$

Abb. 17
Stabilitätsbedingungen für die Schaltung nach Abb. 16.
Grenzwerte der Konstanten K (vergl. Zusammenstellung 2).

T_a Massenanlaufzeit der Anzapfmaschine
T_1 Anlaufzeit des Anzapfnetzes durch di[illegible] größte Dampfmenge des Niederdruck[illegible]
δ, δ_1 Ungleichförmigkeiten des Drehzahl- Anzapfreglers
m_1 Schluckfähigkeit von Hochdruckteil zu Niederdruckteil
m_1' größte Leistung von Hochdruckteil zu Niederdruckteil

Da sämtliche Änderungen auf den Dampfverbrauch der ıschine bezogen sind und im Vorwärmer bei voller Öffng nur die Vorwärmdampfmenge einer Stufe niedergenlagen wird, so ist die zugehörige Ungleichförmigkeit δ_0 t dem Verhältnis $m =$ Gesamtmenge : Vorwärmmenge ıer Stufe zu multiplizieren.

Der Wasserinhalt des Kessels wird so groß angenomn, daß der Kesseldruck konstant bleibt, φ_0 ändert sich ın mit der Änderung des Strömungsdruckes

$$-\varphi_0 = 2\,\frac{z_k}{c_0}\,\delta_n\,\mu_1 .$$

Läßt man Glieder kleinerer Ordnung fort, so erhält n:

$$_1\,\delta\,T_a\,T_1^2\,T_s\,w^5 + c_1\,\delta\,T_a\,T_1\,(2\,z\,T_s + T_1)\,w^4$$
$$+ [z\,c_1\,\delta\,T_a\,(2\,T_1 + z\,T_s) + (n_1 + c_2)\,T_1^2]\,w^3$$
$$+ [2\,z\,(n_1 + c_2)\,T_1 + c_1\,z^2\,\delta\,T_a]\,w^2$$
$$+ c_1\,z^2\,w + 3\,n\,z^2\,\frac{2\,z_k\,\delta_n}{n\,c_0\,\delta_0\,T_{s_0}} = 0 .$$

Hier ist die Geschwindigkeit des Wassers bei der Strö- ung im geregelten Ventil unveränderlich $(v = 1)$; bei ıer Schlußzeit T_{s0} des mittelbar geschalteten Ventils ıer großer Anlaufzeit T_0 beim Regelspeicher) verschwin- t deshalb der Einfluß des letzten Gliedes der Gleichung d die Stabilitätsbedingung wird

$$2\left(1 + z\,\frac{T_s}{T_1}\right)^2 + \frac{(n_1 + c_2)\,T_1 - n\,z\,T_s}{z\,c_1\,\delta\,T_a}\Bigg]$$
$$\times \left[2\,(n_1 + c_2) + \frac{c_1\,z\,\delta\,T_a}{T_1}\right] > c_1\left(1 + 2\,z\,\frac{T_s}{T_1}\right)^2 .$$

Für Vorwärmmaschinen mit Druckreglung gelten die ichen Beziehungen wie für mittelbar geschaltete Regler Gegendruck- und Anzapf-Gegendruckmaschinen. Die sondere Bedeutung der Konstanten ergeben die Zusamnstellungen 2 und 3.

Anwendung auf Ruthsspeicher

Zusammenstellung 2

Im allgemeinen sollen beim Ruthsspeicher mittelr geschaltete Lade- oder Entladeventile den Kesseluck unveränderlich erhalten. Der Druckabfall im Überhitzer kann die Rückführung entbehrlich machen, und das Speicherventil muß mit sehr langer Schlußzeit arbeiten; der Regler muß so ausgebildet werden, daß trotzdem die Verstellgeschwindigkeit des Kraftzylinders der Reglerverstellung annähernd verhältnisgleich ist. Die kritischen Werte entstehen beim größten Druckgefälle auf beiden Seiten des Speicherventils (v groß) und bei voller Belastung der Kessel $(z = 1)$.

In Zusammenstellung 2 ist unter a) und b) angenommen, daß die Gegendruckmaschinen ein fremdes Stromnetz speisen. Die Formeln gelten bei Parallelbetrieb mit Kondensationsmaschinen der eigenen Anlage nur dann, wenn die Leistung dieser Maschinen größer ist als die der Gegendruckmaschinen. Die vernachlässigten Lastpendelungen infolge veränderlicher Gegendruckdampfmenge sind dann ohne wesentlichen Einfluß.

Die Formeln unter c) gelten dagegen nur für selbständige Kraftwerke mit einer oder mehreren Anzapfmaschinen; bei Parallelbetrieb mit andern Kraftwerken steht nicht fest, ob Laständerungen von der Anzapfmaschine oder von andern Maschinen aufgenommen werden.

Beispiel zu b): Der Hochdruckteil der Maschine habe 36 000 kg/h = 10 kg/s Schluckfähigkeit, davon werden 30 vH an das Anzapfnetz abgegeben, der Anteil des Gegendrucknetzes betrage also $m_2 = 0{,}7$. Das Anzapfnetz hat einen Druck von 8 at abs, einen Rauminhalt von 9 m³ und enthält folglich $(\gamma = 4{,}1)$ ein Dampfgewicht von 37 kg; die Anlaufzeit beträgt $T_1 = 37$ kg : 10 kg/s = 3,7 s. Das Gegendrucknetz mit 3 at abs $(\gamma = 1{,}6)$ und 11 m³ enthält 17,6 kg Dampf und hat $T_2 = 17{,}6$ kg : 10 kg/s = 1,76 s Anlaufzeit. Der Ungleichförmigkeitsgrad des Anzapfreglers sei $\delta_1 = 0{,}35$ at: 8 at abs $\times$ 100 = 4,4 vH, der des Gegendruckreglers $\delta_2 = 0{,}1$ at : 3 at abs $\times$ 100 = 3,3 vH. Die dafür maßgebende Abszisse von Abb. 15 ist also $\frac{m_2\,\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2} \sim 2$.

Den Wert von K wählt man hier zur Sicherheit kleiner als 0,3 (siehe Zusammenstellung 2). Im Entladeventil des Ruthsspeichers trete bei der Dampfmenge von 36 000 kg/h eine Geschwindigkeit von 90 m/s auf; beim höchsten Speicherdruck hat das Ventil ein Gefälle von 8 auf 3 at abs, und die durchfließende Menge ist $v =$ 8mal größer[7]). Der

[7]) Stein a. a. O. S. 113.

Zusammenstellung 2

Stabilitätsbedingungen für mittelbar geschaltete Lade- und Entladeventile von Ruths-Speichern

Schaltbilder für mittelbar geschaltetes Ladeventil	Schaltbilder für mittelbar geschaltetes Entladeventil	Kennzeichen der mittelbaren Schaltung	Stabilitätsbedingung
		1 Druckregler (Gegendruckmaschine), zwischen Regelstelle und gesteuertes Ventil geschaltet	$\frac{T_{s_0}}{T_{s_1}} > 2\,v\,\frac{\delta_n}{c_0\,\delta_0}$
		2 Druckregler (Anzapf-Gegendruckturbine), zwischen Regelstelle und gesteuertes Ventil geschaltet	Konstante K nach Abb. 15 $\frac{T_{s_0}}{T_{s_2}} > 2\,v\,\frac{\delta_n}{K\,c_0\,\delta_0}$
		1 Druckregler, 1 Geschwindigkeitsregler (zusammen zwei Zwischenregler) (Anzapf-Kondensationsturbine), zwischen Regelstelle und gesteuertes Ventil geschaltet	Konstante K nach Abb. 17 $\frac{T_{s_0}}{T_s} > 2\,v\,\frac{\delta_n}{K\,c_0\,\delta_0}$

T_{s_0}, T_{s_1}, T_{s_2}, T_s = Schlußzeiten der gesteuerten Ventile
δ_0, δ_1, δ_2, δ = zugehörige Ungleichförmigkeitsgrade der Regler
δ_n = verhältnismäßiger Druckabfall des Überhitzers bei Vollast

$$c_0 = \frac{\text{Gesamtdampferzeugung der Kessel}}{\text{Schluckfähigkeit des Hochdruckteils}}$$

$$v^{6)} = \frac{\text{bei größtem Druckgefälle durch das Speicherventil strömende Menge}}{\text{Schluckfähigkeit des Hochdruckteils}}$$

[6]) Vergl. Stein, a. a. O. S. 113.

Abfall im Kesselüberhitzer beträgt bei Vollast $\delta_n = 1{,}5$ at : 30 at abs $\times$ 100 = 5 vH, der Ungleichförmigkeitsgrad des Kesseldruckreglers sei ebenso groß. Die gesamte Dampferzeugung der Kessel sei mindestens $c_0 = 2{,}5$ mal größer als die Schluckfähigkeit der Maschine:

$$K < 0{,}3, \text{ wenn } \frac{T_{s_0}}{T_{s_2}} > 2\,\frac{v\,\delta_n}{K\,c_0\,\delta_0} = 21.$$

Ist die Schlußzeit T_{s_0} des Kesseldruckreglers 21mal größer als die des Gegendruckreglers, so befindet man sich nach Abb. 15 im stabilen Gebiet, wenn das Verhältnis der Schlußzeiten von Gegendruck- und Anzapfregler zwischen 0,4 und 1,6 liegt oder größer als 2,95 ist.

Beispiel zu c: Bei einer Anzapfmaschine verhalten sich die Gefälle im Hochdruck- und im Niederdruckteil wie 1,5 : 1, die Schluckfähigkeiten wie 2 : 1, also die größten Leistungen wie 3 : 1 ($m_1 = 2$, $m_1' = 3$). Die Massenanlaufzeit der Maschine bei reinem Kondensationsbetrieb betrage 15 s; da der Niederdruckteil nur 1/2,5 des Gesamtgefälles verarbeitet, so ist die Anlaufzeit der Maschine unter dem Einfluß des Niederdruckteils allein 2,5mal größer, $T_a = 2{,}5 \cdot 15 = 37{,}5$ s. Die Schluckfähigkeit des Niederdruckteils betrage 9000 kg/h = 2,5 kg/s, der Rauminhalt des Anzapfnetzes 2,3 m³ bei 4 at abs ($\gamma = 2{,}1$), also sein Dampfgewicht 4,8 kg und die Anlaufzeit $T_1 = 4{,}8$ kg : 2,5 kg/s = 1.95 s. Der Ungleichförmigkeitsgrad des Geschwindigkeitsreglers betrage $\delta = 3$ vH, der des Anzapfreglers $\delta_1 =$ 0,1 at : 4 at abs $\times$ 100 = 2,5 vH. Die maßgebende Abszisse in Abb. 17 ist dann $\dfrac{\delta\,T_a}{m_1\,\delta_1\,T_1} \sim 12$.

Für das Leistungsverhältnis $m_1' = 3$ findet man in Abb. 17, daß $K < 2{,}1$ sein muß. Im Entladeventil des Ruthsspeichers trete bei 10 000 kg/h eine Geschwindigkeit von 100 m/s auf, beim höchsten Speicherdruck von 15 at abs strömt dann die $v = 10$fache[8]) Dampfmenge durch dieses Ventil. Der Druckabfall des Überhitzers bei Vollast betrage $\delta_n = 5$ vH des Kesseldrucks, der Ungleichförmigkeitsgrad des Kesseldruckreglers $\delta_0 = 4$ vH. Die Gesamtleistung der Kessel sei $c_0 = 1{,}5$mal größer als die Schluckfähigk der Anzapfmaschine:

$$K < 2{,}1, \text{ wenn } \frac{T_{s0}}{T_s} > \frac{v}{K}\,\frac{2\,\delta_n}{c_0\,\delta_0} = 7{,}9.$$

Das mittelbar gesteuerte Ventil muß sich also mindestens 7,9mal langsamer schließen als die Maschinensteuerung. Läßt sich durch Abstimmen der Schlußzeiten u gegebenenfalls der Ungleichförmigkeitsgrade kein siche Arbeiten im stabilen Gebiet herbeiführen, so muß man v wickeltere unmittelbare Schaltungen wählen. Diese Sch tungen, bei denen jedes Ventil aus dem Dampfnetz gereg wird, dem es Dampf entnimmt oder zufließen läßt, sind au in folgenden Fällen notwendig:

Gegendruckmaschinen arbeiten mit Kondensatio maschinen von kleinerer Leistung parallel, die a der gleichen Kesselanlage gespeist werden,

Anzapf-Kondensationsmaschinen arbeiten mit ein fremden Stromnetz parallel,

Doppelanzapfmaschinen mit Speicherventil, das an Anzapfnetz von niedrigerem Druck angeschlos ist,

Anlagen, deren Verhältnisse nicht genau bekannt si oder bei denen ein unbekannter Ausbau zu warten ist.

Anwendung auf Anzapfvorwärmung

Zusammenstellung 3

Das Speiseventil der Vorwärmer kann man einem Dampfnetz regeln, an das Dampfkessel o Regelspeicher angeschlossen sind. Bei Dampfkesseln k man immer mit dem Strömungsdruckabfall der Überhit rechnen, da die Belastung der Kessel bei Speicherbetr nicht sehr tief sinkt. Rückführung ist deshalb entbehrl doch muß man mit langer Schlußzeit des geregelten Spe ventils arbeiten; beim Regler muß die Geschwindigkeit Kraftkolbens trotz der langen Schlußzeit der Abweichu von der Anfangstellung annähernd verhältnisgleich s Im Regelspeicher, der Dampf aufnimmt oder abgibt, si

8) Stein a. a. O. S. 113.

Zusammenstellung 3

Stabilitätsbedingungen für mittelbar geschaltete Speiseregler von Anzapfvorwärme

Schaltbild	Kennwort	Vorwärmung	Stabilitätsbedingung bei Dampfkessel	Stabilitätsbedingung bei Regelspeicher
a)	Rückführung des Speisereglers		nicht notwendig	notwendig
	Vorwärmmaschine mit geregelten Stufendrücken	einstufig	$\dfrac{T_{s_0}}{T_{s_1}} > \dfrac{2\,\delta_n}{c_0\,\delta_0}$	$\dfrac{\delta_0\,T_0}{\delta_1\,T_1} > \left(1 + \dfrac{T_{s_1}}{T_{s_0}}\right)^2$
		zweistufig	Konstante K nach Abb. 15: $\dfrac{T_{s_0}}{T_{s_2}} > \dfrac{2\,\delta_n}{k\,c_0\,\delta_0}$	$\dfrac{\delta_0\,T_0}{T_{s_2}} > \dfrac{1}{k}$
b)	Annahme:		$c_1\,\dfrac{\delta_0}{2\,\delta_n}\,T_{s_0} \gg \delta\,T_a$	$\delta_0\,T_0 \gg \delta\,T_a$
	Angezapfte Hauptmaschine mit ungeregelten Stufendrücken	einstufig	$c_1\,z\,\dfrac{\delta\,T_a}{T_1}\left(1 + z\,\dfrac{T_s}{T_1}\right) + n_1 + c_2 > n\,z\,\dfrac{T_s}{T_1}$	
		zweistufig	$\left(2\left(1 + z\,\dfrac{T_s}{T_1}\right)^2 + \dfrac{(n_1 + c_2)\,T_1 - n\,z\,T_s}{z\,c_1\,\delta\,T_a}\right) \times \left(2\,(n_1 + c_2) + \dfrac{c_1\,z\,\delta\,T_a}{T_1}\right) > c_1\left(1 + 2\,z\,\dfrac{T_s}{T_1}\right)^2$	

$T_{s_0}, T_{s_1}, T_{s_2}, T_s$ = Schlußzeiten der gesteuerten Ventile

$\delta_0, \delta_1, \delta_2, \delta$ = zugehörige Ungleichförmigkeitsgrade

δ_n = verhältnismäßiger Druckabfall des Überhitzers bei Vollast

T_a = Massenanlaufzeit der Maschinen

T_1, T_2 = Anlaufzeiten der Vorwärmer infolge Trägheit der Dampfräume und der Heizflächen

T_0 = Anlaufzeit des Wasserraums im Regelspeicher[9])

$c_0 = \dfrac{\text{Gesamtdampfverbrauch der Anlage}}{\text{Dampfverbrauch der Maschinen mit Speiseregl}}$

$c_1 = \dfrac{\text{Gesamtleistung der Anlage}}{\text{Leistung der Maschinen mit Speisereglung}}$

$c_2 = \dfrac{\text{Leistung der Maschinen ohne Speisereglung}}{\text{Leistung der Maschinen mit Speisereglung}}$

$m = \dfrac{\text{Gesamtdampfverbrauch einer Maschine}}{\text{Dampfverbrauch einer Vorwärmstufe}}$

n_1, n = Gefällanteil des Hochdruckteils, einer Vorwärmstufe

z = Belastungsgrad der Maschine

9) Vergl. Stein, a. a. O. S. 75.

Abb. 19 und 20
Unmittelbare Schaltungen für Speiseregler von Anzapfvorwärmern.

a Dampfkessel
b Regelspeicher
c Gleichdruckspeicher
d Kondensationsmaschinen
e Vorwärmmaschine
f Vorschaltmaschine
g Kondensator
h Vorwärmer
i Speiseregler.

strömende Menge auch auf null, und man braucht alb eine Rückführung für den Regler des Speiseils; auch dieser Regler muß lange Schlußzeit haben, zwischen dem Wasserraum und der Entnahmestelle Regeldruckes bei großer Dampfmenge ein nennenster Druckunterschied auftritt.

Bei der Anzapfvorwärmung von Maschinen, die ohne ckregler arbeiten (b, Zusammenstellung 3), gelten die meln nur für selbständige Kraftwerke; arbeitet man anderen Werken parallel, so weiß man nie, ob die h die Speisereglung veränderte Last von der angeten Maschine oder von anderen Kraftmaschinen ausichen wird.

Beispiel zu a: Der Hochdruckteil einer zweiigen Vorwärmturbine habe eine Schluckfähigkeit von 00 kg/h = 10 kg/s, der Dampf werde an zwei Obernenvorwärmer von 450 m² bei 0,5 at abs und 300 m² bei abs abgegeben, deren Heizflächen durch die Schluckgkeit des Hochdruckteils mit 80 bzw. 120 kg/m²h bet wurden. Die Messingrohre der Vorwärmer haben nm Wanddicke. Für den 0,5 at abs-Vorwärmer sei nach . 8 $c = 125$, die Anlaufzeit (bei 80 kg/m²h und 1,5 mm nddicke) beträgt also 2,35 s, für den 4 at abs-Vormer ($c = 200$, $s = 1{,}5$, $B = 60$) 2,5 s. Dazu kommen ler Rohrleitung von 4 m³ Inhalt bei $\gamma = 0{,}3$ als Dampficht 1,2 kg und als zusätzliche Anlaufzeit von g : 10 kg/s ∼ 0,12 s; die gesamte Anlaufzeit beträgt also 0,5 at abs $T_2 = 2{,}35 + 0{,}12 = 2{,}47$ s.

Entsprechend sei $T_1 = 2{,}5 + 0{,}1 = 2{,}6$ s. Der Anzapfer habe als Ungleichförmigkeitsgrad $\delta_1 = 0{,}1$ at t abs × 100 = 2,5 vH, der Unterdruckregler $\delta_2 = 0{,}05$ at at abs × 100 = 10 vH. Der Niederdruckteil erhält H der Hochdruckdampfmenge, also ist $m_2 = 0{,}45$. Die gebende Abszisse in Abb. 15 ist $\frac{m_2\,\delta_1\,T_1}{\delta_2\,T_2} \sim 0{,}12$. Das ile Gebiet, das die parabelförmigen Linien einließen, kommt hier praktisch nicht in Betracht, der ler ist aber bei gleichen Schlußzeiten der Hochdruckn der Niederdrucksteuerung ($T_{s2}/T_{s1} = 1$) stabil, wenn $K < 0{,}9$ ist.

Der Ungleichförmigkeitsgrad des Speisereglers sei 5t : 30 at abs × 100 = 1,66 vH. Der Abfall des Kesselks bei Vollast $\delta_n = 2$ at : 30 at abs × 100 = 6,6 vH, der mt-Dampfverbrauch der Anlage mindestens das 3fache des Verbrauchs der Vorwärmmaschinen:

$$K < 0{,}9, \text{ wenn } \frac{T_{s_0}}{T_s} > \frac{2\,\delta_n}{K\,c_0\,\delta_0} \sim 3.$$

Der Speiseregler muß also mindestens dreimal neller schließen als die Maschinensteuerung.

Bei einem Regelspeicher mit 40 m³ Wasserinhalt bea der Dampfdruck 15 at abs, der Ungleichförmigeigrad des Speisereglers $\delta_0 = 0{,}2$ at : 15 at abs × 100 33 vH. Dann ist

$$K < 0{,}9, \text{ wenn } \frac{T_0}{T_{s_2}} > \frac{1}{K\,\delta_0} = 83{,}5.$$

Die Anlaufzeit T_0 des Speichers bei 36 000 kg/h Dampf [4] $T_0 = 400$ s. Die Schlußzeit der Maschinensteuerung u also kleiner als $T_{s1} = 400/83{,}5 = 4{,}8$ s sein. Wenn

[4] Stein, a. a. O. S. 75.

außerdem zwischen dem Dampfraum des Speichers und der Entnahmestelle des Regeldruckes bei der Vollast-Dampfmenge der Vorwärmmaschinen (nicht der ganzen Anlage) ein Druckabfall von $\delta_n = 0{,}5$ at : 15 at abs × 100 = 3,3 vH entsteht, so muß auch die Schlußzeit des Speisereglers beachtet werden:

$$K < 0{,}9, \text{ wenn } \frac{T_{s_0}}{T_{s_2}} > \frac{2\,\delta_n}{K\,c_0\,\delta_0} = 1{,}85.$$

Beispiel zu b: Die Formeln gelten bei Dampfkesseln nur für lange Schlußzeit des Speisereglers. Die Massenanlaufzeit der Maschine ist $T_a = 15$ s, der Ungleichförmigkeitsgrad des Geschwindigkeitsreglers $\delta = 4$ vH, die Schlußzeit der Steuerung $T_s = 2$ s. Es sind zwei Anzapfstufen vorhanden.

Bei 0,5 at abs ist eine Heizfläche von 450 m² vorhanden, bei 4 at abs 300 m² Heizfläche. Der Hochdruckteil der Maschine schluckt 90 000 kg/h = 25 kg/s Dampf, wodurch der 0,5 at abs-Vorwärmer mit 200, der 4 at abs-Vorwärmer mit 300 kg/m² Heizfläche belastet würde. Die Messingrohre der Vorwärmer haben 1,5 mm Wanddicke. Für den 0,5 at abs-Vorwärmer sei nach Abb. 8 $c = 125$, die Anlaufzeit beträgt also ($c = 125$, $s = 1{,}5$, $B = 200$) 0,94 s, für den 4 at abs-Vorwärmer ($c = 200$, $s = 1{,}5$, $B = 300$) beträgt sie 1 s. Dazu kommt ein Rohrleitungsvolumen bei 0,5 at abs von 4 m³, d. h. bei $\gamma = 0{,}3$ ein Dampfgewicht von 1,2 kg und eine zusätzliche Anlaufzeit von 1,2 : 25 ∼ 0,05 s, die gesamte Anlaufzeit ist bei 0,5 at abs 0,94 + 0,05 = 0,99 s. Entsprechend sei die Anlaufzeit bei 4 at abs 1 + 0,1 = 1,1 s. Einzusetzen ist als Mittelwert beider Anlaufzeiten $T_1 \sim 1$ s.

Die kleinste Last der Maschine sei $z = 0{,}5$, $m = 3$, der mittlere Gefällanteil einer Vorwärmstufe sei $n = 0{,}2$, für den Hochdruckteil $n_1 = 1 - (2 \times 0{,}2) = 0{,}6$. Neben den Maschinen mit Speisereglung seien noch andere Maschinen mit halb so großer Leistung vorhanden, also $c_2 = 0{,}5$, $c_1 = 1{,}5$. Durch Einsetzen dieser Werte in die Gleichung der Zusammenstellung 3 erhält man:

für Vollast ($z = 1$) $58{,}1 > 37{,}5$,
für Halblast ($z = 0{,}5$) $26{,}5 > 13{,}5$.

Die Reglung ist also zwischen Vollast und Halblast stabil.

Kann man durch Abstimmen der Schlußzeiten und gegebenenfalls der Ungleichförmigkeitsgrade kein sicheres Arbeiten im stabilen Gebiet herbeiführen, so muß man unmittelbare Schaltungen (ohne Zwischenregler) wählen, Abb. 19 und 20. Der Speisewasserzufluß wird dann durch den Druck des Gleichdruckspeichers oder des letzten Vorwärmers vor dem Speicher gesteuert; die Turbinenstufen und Drosselventile im höheren Druckgebiet erhalten Überströmreglung. Diese Anordnung wählt man auch, wenn Maschinen mit ungeregelter Anzapfung, *b* in Zusammenstellung 3, mit fremden Kraftwerken parallel arbeiten.

Einheitliche Betrachtung der Regelvorgänge

Wenn es möglich wäre, bei Änderungen des Verbrauches einer Anlage alle ihr zufließenden Mengen durch Regler augenblicklich und vollkommen genau dieser Änderung anzupassen, dann bliebe die Anlage dauernd im Beharrungszustand. Das Speichervermögen verschiedener Teile der Anlage (Kesselwasser, Rohrleitungen, Schwungmassen der Maschine) und die Kraftgetriebe der Regler

bringen aber Verzögerungen mit sich, wodurch der Verlauf der Vorgänge vom Beharrungszustand abweicht. Die Reglertheorie stellt fest, unter welchen Bedingungen diese Abweichungen abklingen, d. h. wann der Regelvorgang stabil verläuft.

So vielfältig die Anlagen auch sind, in denen Regler arbeiten, für den Regelvorgang sind immer nur einzelne übereinstimmende Eigenschaften von Bedeutung. Von dieser Erkenntnis ausgehend, hat Stodola die Zeitkonstanten in die Reglertheorie eingeführt; gleichgültig, ob es sich um Schwungmassen, Inhalte von Rohrleitungen, speichernde Wasserräume oder träge Kraftgetriebe handelt; ihre verzögernde Wirkung auf die Regelvorgänge läßt sich immer durch einen maßgebenden Zeitwert ausdrücken.

Aus den abgeleiteten Gleichungen erkennt man ferner, daß die Zeitkonstanten der speichernden Puffer (Anlaufzeit T_0 des Kesselwasserraumes, T_1 der Rohrleitung, T_a der Maschinenmassen) nie allein erscheinen, sondern immer multipliziert mit dem Ungleichförmigkeitsgrade δ des angeschlossenen Reglers. Maßgebend für den Regelvorgang ist also nicht das gesamte Speichervermögen des Puffers, das durch die Anlaufzeit gemessen wird, sondern der Teil des Speichervermögens, der zwischen den Druckgrenzen des Reglers ausgenutzt wird, z. B.:

	Anlaufzeit = gesamtes Speichervermögen s	Ungleichförmigkeitsgrad des Reglers vH	Ausgenutztes Speichervermögen s
Kesselwasserraum . . .	500	5	25
Schwungmassen einer Kraftmaschine . . .	15	4	0,6
Rauminhalt einer Rohrleitung	2	3	0,06
Rauchgasinhalt eines Kessels	5	0,02	0,001

Diese Werte muß man den Schlußzeiten der Regler gegenüberstellen, die in der Größenordnung von 2 s liegen und in den Gleichungen immer allein stehen. Man kann daraus von vornherein erkennen, welche Größen in einer Kette von Vorgängen geringen Einfluß ausüben.

Bei der Reglung von Feuerungsvorgängen beträgt z. B. das ausgenutzte Speichervermögen des Kesselwasserraumes 25 s; gegenüber diesem Zeitwert sind die Verzögerungen durch den Rauchgasinhalt des Kessels (0,001 s), den Rauminhalt der Rohrleitung (0,06 s) und selbst durch die Schlußzeit der Regler (2 s) klein. Man sieht aber umgekehrt, daß die Reglung von Dampfnetzen, deren Zeitwert nur 0,06 s beträgt, durch jeden neu hinzutrete Regler mit Kraftgetriebe entscheidend verändert w selbst wenn seine Schlußzeit nur 1 s beträgt. Um so m ist daher bei der Reglung des Zuges von Feuerungen, die Verzögerung durch den Rauchgasinhalt nur 0,001 s trägt, die Schlußzeit des Reglers für den Verlauf des R vorganges maßgebend.

Das ausgenutzte Speichervermögen des Puffers ist nicht das einzige unterscheidende Merkmal der Rege gänge, sonst ergäben gleiche Anordnung, Zahl und G der Puffer immer die gleiche Stabilitätsbedingung. gibt vielmehr selbstregelnde Puffer, die ei neuen Beharrungszustand selbsttätig zustreben, wenn Zufluß oder Abfluß verändert, ferner freie oder na freie Puffer, deren Zustandänderung nicht von s zum Stillstand kommt und die deshalb bei glei Speichervermögen stärkere Störungen des Gleichgewi hervorrufen als andre Puffer. So wirkt z. B. eine I feuerung als selbstregelnder Puffer; ein Mehr an z führter Luft steigert die Verbrennung nur so lange, bi größere Luftmenge von der größeren verbrenne Kohlenmenge verbraucht wird. Dagegen ist der Wa raum des Kessels bei erhöhter Wärmezufuhr ein f Puffer; der Kesseldruck würde praktisch unbegr steigen, wenn keine künstliche Regelung in der Form Sicherheitsventils vorhanden wäre; deshalb brauchen Regler für die Belastung von Feuerungen eine R führung.

Man kann aber nicht nur die speichernden Teile Anlage, sondern auch die Kraftgetriebe der Regler verzögernde Puffer ansehen. Der Regler mit Rückfüh wirkt wie ein selbstregelnder Puffer; er kommt beim stellen des Steuerschiebers von selbst in eine neue R lage, dagegen läuft der Regler ohne Rückführung wie freier Puffer ungehindert bis in die Grenzlage. Das K getriebe wird also durch die Rückführung zum se regelnden Puffer.

Man gewinnt also die einheitliche Anschauung, daß geregelten Mengen einer Anlage infolge der Verzöge gen einer Reihe von selbstregelnden und freien Puf von den Werten des Beharrungszustandes abweic wobei es grundsätzlich gleichgültig ist, ob man speiche Teile der Anlage oder träge Kraftgetriebe ins Auge So erklärt es sich, daß ein Kraftgetriebe mit la Schlußzeit in bestimmten Fällen einen Wasserraum großem Speichervermögen ersetzen kann, und daß se regelnde Einflüsse und Rückführung einander unterst und ersetzen können. [B 80

Einfluß von Schrotzusatz im Hochofen auf die Roheisenbeschaffenheit

Schrot hat man bisher bei der Beschickung der Hochöfen nur in vereinzelten Fällen zugesetzt. In neuerer Zeit wendet man das Verfahren mehr an, um große, infolge des Krieges aufgestapelte Schrotmengen zu verwerten[1]). Die Vorteile, die dem Schrotzusatz im Hochofen zugesprochen werden, sind: ein um 30 vH geringerer Koksverbrauch, eine um 60 vH höhere Roheisenerzeugung und ein höherer Heizwert der Gichtgase. Anderseits aber beeinflussen die eingeführten Legierungsstähle die Roheisenbeschaffenheit nachteilig und drücken dementsprechend auch die Roheisenpreise herunter. Ferner geben die Oxydation und der Mangel an Gleichmäßigkeit des Erzeugnisses zu Klagen Anlaß. So schreiben die Tempergießer den ungünstigen Ausfall ihrer Gußstücke dem Chrom zu, das die Zerreißfestigkeit und die Dehnung vermindert. Daher sollte man den gewöhnlichen Stahlschrot von dem chromhaltigen von vornherein getrennt lagern. Auch auf andern Gebieten macht sich der nachteilige Einfluß des Chroms geltend, wie z. B. in Blechen für die Elektroindustrie, wo die elektrischen Eigenschaften durch das Chrom herabgesetzt werden.

Ein oxydiertes Eisen und mithin ein schlechter Guß kann sich ergeben, wenn man oxydierten Gußbruch, Roststäbe usw. in den Hochofen bringt. Das Eisen fiel fe haft aus, wenn der Anteil im Möller an solchem Gußb mehr als 10 vH betrug. Beim Umschmelzen dieses Ei im Kuppelofen muß man daher den Kokssatz erhöhen Ferromangan einführen; hierdurch erhöhen sich abe Herstellungskosten.

Das unter Schrotzusatz erzeugte Roheisen ist bezü seiner Zusammensetzung und seiner physikalischen Ei schaften meistens ungleichmäßig. Besonders verschi ist die Härte. Der Gefahr, daß ein Gußstück aus di Eisen rissig wird oder bei der Bearbeitung Schwierigk bietet, kann man durch Glühen der Stücke bei 590 ° beugen, um die Gußspannungen zu beseitigen. Verwe man Vorherde, große Gießpfannen bei Kuppelöfen ode gar elektrische Öfen, so gewinnt man ein gleichmä Erzeugnis, auch wenn man von einem ungleichmäß Eisen ausgegangen ist.

Die Hochofenwerke, die mit Schrotzusatz arbeiten, die Gießereien als Abnehmer von Roheisen müssen den fluß von Schrot auf die Beschaffenheit des Roheisens g kennen. Daher wollen zwei Hochofenwerke des Bezi Chikago und der Roheisenausschuß der amerikanis Gießereifachleute in Gemeinschaftsarbeit eingehende U suchungen von Roheisensorten durchführen, die mit schiedenen Schrotanteilen und Schrotarten gewo werden. [N 125

[1]) „The Foundry" Bd. 56 (1928) S. 32.

Auftragschweißung (Schmelzschweißung)

Von W. Hoffmann, Düsseldorf

Mitteilung aus der schweißtechnischen Versuchsanstalt des Stahlwerks Düsseldorf Gebr. Böhler & Co. A.-G., Düsseldorf

Zweck und Anwendung der Auftragschweißung — Vorgänge beim Schweißen — Zweckmäßige Zusammensetzung des Schweißstabes Einfluß verschiedenen Kohlenstoff- und Mangangehaltes des Zusatzwerkstoffes — Wärmevorgänge beim Schweißen — Gütesteigerung der Schweiße durch zweckmäßige Nachbehandlung — Verschleißwiderstand abhängig vom Zusatzwerkstoff — Wirtschaftlichkeit.

Die Auftragschweißung dient zur Wiederherstellung wie auch zur Formgebung der im Maß abgenutzten Werkstücke. Die Möglichkeit, mit dieser Wieder-erstellung den Gütewert in dem aufgeschweißten Werkstoff egenüber dem Werkstück zu steigern, erhöht die Bedeutung ıd beweist die Wirtschaftlichkeit der Auftragschweißung.

Während über die mechanischen Eigenschaften von chweißverbindungen ausführliche Forschungsarbeiten orliegen, ist bisher über die Frage der chemischen und echanischen Eigenschaften der Auftragschweißungen enig bekannt.

Für Auftragschweißungen kommt in der Hauptsache as Lichtbogen-Schmelzschweißen in Frage, da die der bnutzung unterworfenen Werkstoffe vielfach legiert ler so hoch im Kohlenstoffgehalt sind, daß die Erwärmung eim Schweißvorgang möglichst kurz sein muß, um ne nachteilige Wirkung auf die Werkstücke zu vereiden. Deshalb muß man die Wärmevorgänge bei Aufagschweißungen ganz besonders beachten.

Die Anwendung der Auftragschweißung ist heute beits — besonders in Betrieben, in denen die einzelnen Teile arkem Verschleiß ausgesetzt sind — von großer Bedeung, so z. B. bei vielen Straßenbahnen, bei denen sich das erfahren infolge seiner hohen Wirtschaftlichkeit in beutendem Umfange eingebürgert hat.

Auf dem Wege vom Schweißstab zur Schweißstelle finn Verbrennungsvorgänge des Schweißmaterials mit einer asaufnahme aus der atmosphärischen Luft — und zwar uerstoff und Stickstoff — statt. Die leicht oxydierbaren estandteile erfahren eine Verminderung, Zahlentafel 1.

Die Verminderung der leicht oxydierbaren Bestandile des Schweißwerkstoffes und die Gasaufnahme ist auf e Überhitzung im Lichtbogen und die Berührung des erflüssigten Werkstoffes mit der Luft zurückzuführen. folge des schnellen Erstarrungsvorganges können die ilweise frei werdenden Gase nicht entweichen und bleien in Form von Gasblasen in der Schweiße eingeschlossen.

Die Abnahme der Dehnung und der Kerbzähigkeit inlge der Sauerstoff- und Stickstoffaufnahme bei Verbinngsschweißungen verliert bei der Auftragschweißung ark ihre Bedeutung.

Für die Auftragschweißungen werden Schweißdrähte rwendet, deren chemische Zusammensetzung in Zahlenfel 2 angegeben ist.

Die Analyse eines Schweißdrahtes ist aber allein nicht aßgebend für die Beurteilung der Güte des Schweißdrahtes. leichmäßigkeit der Lieferung, die nur durch genaue Überachung des Schweißvorganges und der gesamten Erzeugung vom Block bis zum Draht ermöglicht wird, ist eine Grundbedingung, um einwandfreie Schweißdrähte herzustellen. Oft wird bei Einkauf von Schweißdrähten der Fehler gemacht, nach dem Preis zu urteilen und die Güte nicht zu beachten.

Schweißdrähte von hohem Kohlenstoff- und Mangangehalt lassen sich nur bei Anlegung des Pluspoles an den Schweißdraht gut verschweißen. Diese Anwendung des Pluspoles dürfte auf früher beginnendes Schmelzen infolge des Kohlenstoffgehaltes und auf den Einfluß des Kohlenstoffes auf den elektrischen Leitungswiderstand, Abb. 1, zurückzuführen sein.

Der Gehalt der Schmelze an C, Si und Mn wird um rd. 30 vH mehr vermindert, wenn man den Schweißdraht an den Minuspol legt. Verwendet man Elektroden mit 0,10 vH C, so nimmt die kohlenstoffarme Elektrode Kohlenstoff von dem höheren kohlenstoffreichen Werk-

Abb. 1
Einfluß des Kohlenstoffs auf den elektrischen Leitwiderstand des Eisens.

Zahlentafel 2
Zusammensetzung der Schweißdrähte

C vH	Si vH	Mn vH	S vH	P vH	Wo vH
0,1	Spur	0,4	0,03	0,04	—
0,6	„	0,4	0,03	0,04	—
1,1	0,2	0,4	0,03	0,04	—
1,1	0,2	0,4	0,03	0,04	2
1,—	0,2	14,—	0,03	0,03	—

Zahlentafel 1
Abnahme der leicht oxydierbaren Werkstoffteile

Werkstoff	C vH	Si vH	Mn vH	S vH	P vH	N vH	O vH
Iomasstahl	0,10	0,03	0,23	0,06	0,07	0,017	0,035
Sweiße	0,01	Spuren	0,08	0,06	0,06	0,140	0,185
lzkohleneisen	0,09	0,04	0,30	0,02	0,03	0,005	0,028
Sweiße	0,02	Spuren	0,07	0,02	0,02	0,138	0,178
hlenstoffstahl	0,58	0,30	0,30	0,03	0,03	0,005	0,028
Sweiße	0,14	0,11	0,09	0,03	0,028	0,072	0,085
lenstoffstahl	1,04	0,32	0,35	0,028	0,031	0,006	0,038
Sweiße	0,82	0,18	0,10	0,026	0,030	0,064	0,065
gierter Stahl	1,03	0,37	15,05	0,029	0,027	0,009	0,029
Sweiße	0,78	0,21	11,75	0,028	0,026	0,039	0,046
uguß	3,15	2,81	0,59	0,082	0,32	0,007	0,042
Sweiße	3,12	2,17	0,42	0,079	0,31	0,033	0,048

Abb. 2
Kohlenstoffgehalt in den verschiedenen Schichten einer Auftragschweißung.

Zahlentafel 3
Einfluß des Kohlenstoffgehaltes des Werkstückes auf die Härte der aufgetragenen Schweißen

Werkstück		Schweiße					
Kohlenstoff vH	Brinellhärte 5/500	Kohlenstoff im Schweißdraht vH	Brinellhärte 5/500	Kohlenstoff im Schweißdraht vH	Brinellhärte 5/500	Kohlenstoff im Schweißdraht vH	Brinellhärte 5/500
0,22	119	0,10	138	0,58	142	1,04	277
0,41	179	0,10	170	0,58	201	1,04	318
0,65	190	0,10	190	0,58	214	1,04	342
0,88	201	0,10	210	0,58	258	1,04	352

Abb. 3
Kohlenstoffanreicherung an der Oberfläche infolge Ausglühens der unteren Lagen.

stück auf. Trägt man nur eine Schicht auf, so kann man durch die Aufkohlung und schnelle Abkühlung an der Oberfläche die Härte des Werkstoffes erreichen. Das geschmolzene und rasch wiedererstarrte Schweißgut ist an der Oberfläche an Kohlenstoff wesentlich angereichert, Abb. 2. Die unteren Schichten sind infolge des Wärmeeinflusses bei den weiteren Aufschweißungen ausgeglüht, Abb. 3.

Abb. 4
Gußgefüge in der Auftragschweißung mit 0,87 C. Widmannstättsche Struktur Ätzung in HNO_3, 200fach vergrößert.

Solche Auftragwerkstoffe sollte man für Auftra schweißungen nicht verwenden, da nur die Oberfläche d aufgetragenen Schweißraupe die verlangte Härte aufwei und nach deren Abnutzung sofort weichere Schichten a der ursprüngliche Werkstoff vorhanden sind. Die Auftra schweißungen müssen mit einem Zusatzwerkstoff durchg führt werden, der nach dem Umschmelzen im Lichtbog chemisch möglichst die Zusammensetzung des Werkst fes des Werkstückes hat.

Der Kohlenstoffgehalt des Werkstückes, auf dem Auftragschweißungen ausgeführt werden, ist von großem E fluß auf die Härte der aufgetragenen Schweißen, Zahlentafe

Normale Auftragschweißungen mit einem Zus werkstoff mit 0,40 bis 0,60 vH C haben eine Festigkeit na Brinell von 70 bis 90 kg/mm². Bei einem Zusatzwerkstoff 1 vH C werden Festigkeiten bis 120 kg/mm² erreicht. D Schwankungen in der Festigkeit und Brinellhärte sind a

Abb. 5
Schweiße mit 0,87 C, ungeglüht.

Abb. 6
Schweiße mit 0,87 C, geglüht bei 700 °, langsam abgekühlt.

Abb. 7
Schweiße mit 0,87 C, geglüht bei 900 °, an der Luft abgekühlt.

Abb. 8
Schweiße mit 0,87 C, geschmiedet.

Abb. 5 bis 8
Schweiße von 0,87 C mit und ohne Nachbehandlung. Ätzung in HNO_3, 500fach vergrößert.

Abb. 9
Übergang vom Werkstück zu einer Mangan-aufschweißung.

Abb. 10
Kleingefüge einer nicht abgeschreckten Manganaufschweißung.

as Abkühlen des hocherhitzten Stahles je nach der Wärmeableitung zurückzuführen.

Auftragschweißungen mit kohlenstoffreichem Zusatzwerkstoff als Ersatz für Einsatzhärtung sind selbst bei Kohlenstoffgehalten bis 2 vH nicht durchführbar. Sogar bei Abschreckung der noch glühenden Schweiße erreicht man nicht die Härte einer Einsatzhärtung. Beim Abschrecken sind aber Härterisse im aufgeschweißten Werkstoff unvermeidlich, ebenso sind die Werte der Oberflächenhärte der aufgetragenen Schicht verschieden.

Der Verlust an Kerbzähigkeit bei Auftragschweißungen mit hohen Kohlenstoffgehalten ist auf das grobe Gußgefüge der Schweiße, Abb. 4, zurückzuführen. Zweckmäßige Nachbehandlung der Schweiße ergibt höhere Festigkeitswerte, Zahlentafel 4, Abb. 5 bis 8. Leider ist bei den meistvorkommenden Auftragschweißungen eine Nachbehandlung der aufgetragenen Schicht nicht möglich. Hohe Festigkeit und Kerbzähigkeit wird auch in den meisten Fällen nicht erlangt. Der erwünschte höhere Verschleißwiderstand ist ohne Nachbehandlung durch entsprechende Wahl des Zusatzwerkstoffes zu erreichen.

Wird für die Auftragschweißung ein Zusatzwerkstoff mit 14 vH Mn verwendet, so wird der Verschleißwiderstand gegenüber den Kohlenstoff-Zusatzwerkstoffen gesteigert. Der austenitische Manganstahl hat außergewöhnliche physikalische Eigenschaften, die in vieler Hinsicht von denen andrer gebräuchlicher Stähle abweichen. Seine

Zahlentafel 4
Änderung der Festigkeitswerte durch Nachbehandeln der Schweiße

Behandlung der Schweiße	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Schweißdraht vH C
geglüht	62,5	1,9	1,04
geschweißt und geglüht . .	69,4	4,1	1,04
geschweißt und geschmiedet	71,5	10,1	1,04
geschweißt, geschmiedet und geglüht	67,3	12,2	1,04

Abb. 11
Kleingefüge einer abgeschreckten Manganaufschweißung.

günstigsten Eigenschaften erhält der Manganstahl durch Abschrecken. Wie stark der Einfluß der Abschreckung auf die Festigkeitseigenschaften eines hochhaltigen Manganstahles mit 1 bis 1,15 vH C und 11 bis 11,5 vH Mn ist, ergibt nach Strauß Zahlentafel 5.

Zahlentafel 5
Änderung der Festigkeitswerte bei verschiedenen Abschrecktemperaturen eines hochhaltigen Manganstahles

Abschrecktemperatur °C	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH
940	107	51,6
900	109	56,7
810	96	44,8
700	59	10,7

Werden beim Schweißvorgang große Wärmemengen abgeführt, so erreicht man ein vollständig austenitisches Gefüge. Ist die Wärmeabführung gering, so ist ein Abschrecken der aufgetragenen Schicht zu empfehlen, um höchsten Verschleißwiderstand zu erreichen. Abb. 9 bis 11 zeigen den Übergang vom Werkstück zu einer Manganaufschweißung, das Kleingefüge einer nicht abgeschreckten, sowie das Kleingefüge einer abgeschreckten Manganaufschweißung. Abb. 12 zeigt eine nicht abgeschreckte und eine bei 900 °C abgeschreckte Biegeprobe. Manganstahl kann man ohne Schwierigkeiten auf gewöhnlichen Kohlenstoffstahl aufschweißen, Abb. 13.

Da die im Handel befindlichen Maschinen zum Prüfen des Verschleißwiderstandes eine sehr große Fehlerstreuung aufweisen, wurden zur Ermittlung des Verschleißwiderstandes folgende Versuche aufgestellt.

Auf die Kopfenden von Vierkantstücken wurden verschiedene Werkstoffe unter Verwendung verschiedener Polarität aufgeschweißt. Die Proben wurden auf einer Drehbank unter gleichem Druck und bei gleicher Temperatur gegen eine Welle von 98 kg/mm² Festigkeit angedrückt. Aus der Gewichtabnahme der einzelnen Pro-

Abb. 12
Nicht abgeschreckte (oben), und bei 900 °
abgeschreckte Biegeprobe einer Manganaufschweißung.

Abb. 13
Schliffbild einer Aufschweißung von Manganstahl auf gewöhnlichen Kohlenstoffstahl. Ätzung HNO_3, 100 fach vergr.

ben nach einer bestimmten Versuchsreihe ließen sich aus dem Verschleiß der einzelnen Werkstoffe Schlüsse ziehen.

Zahlentafel 6 zeigt, daß außer der chemischen Zusammensetzung und Härtung auch die Polart, mit der die Auftragschweißungen ausgeführt werden, von Einfluß auf die Größe des Verschleißwiderstandes ist. Die Ergebnisse der Praxis bestätigten die Beobachtungen dieser Versuchsfolge.

Zahlentafel 6

Probe	Werkstoff vH	Pol an der Elektrode	Fläche mm²	Kugeldruckfestigkeit	Gewichtabnahme
1	0,60 C	— Pol	309,7	72	3,8
1 a	0,60 C	+ Pol	389,6	78	2,3
2	1,15 C	— Pol	210,3	92	3,1
2 a	1,15 C	+ Pol	302,5	111	0,5
3	14 Mn	— Pol	292,6	72	0,0
3 a	14 Mn	+ Pol	213,7	76	0,0

Die Wärmevorgänge bei den Auftragschweißungen muß man sorgfältig überwachen. Auftragschweißungen auf einem Werkstoff mit höherem Kohlenstoffgehalt darf man keiner örtlichen stärkeren Erwärmung aussetzen. Die sich entwickelnde Wärme, die beim Schweißen nicht vermieden werden kann, muß gleichmäßig auf das Werkstück verteilt werden. Da die Auftragschweißungen meistens an Werkstücken vorgenommen werden, die infolge ihrer Beanspruchung örtlichen Verschleiß aufweisen, so ist schon infolge der Beanspruchung der Werkstoff an den aufzuschweißenden Stellen empfindlicher. Erwärmt sich bei

Abb. 14
Bruch einer auf den vollen Umfang aufgeschweißten Welle 0,49 C. Makro-Aufnahme.

der Auftragschweißung der Werkstoff einseitig, so ist e Anriß und Bruch möglich, ohne daß, wie von Schott angenommen wird, die Haarrisse in der Auftragschweißu den Bruch verursachen. Abb. 14 zeigt den Bruch ein Welle, die auf den vollen Umfang aufgeschweißt word ist. Beim Schlagversuch brach die Welle unmittelbar na der Schweißung; die Bruchstelle zeigt das kennzeichnen Gefüge des Dauerbruches. Um das Auftreten solch Brüche zu vermeiden, ist es notwendig, daß das Werkstü vor dem Auftragen der Schweiße einer entsprechend Wärmebehandlung unterzogen wird.

Das Auftreten der Brüche bei Aufschweißungen a Radbandagen ist in den weitaus meisten Fällen auf Üb schrumpfung der Radbandagen von Haus aus zurückz führen. Wird die Bandage mit entsprechendem Schrum maß aufgezogen, so besteht bei nachträglichem A schweißen keine Bruchgefahr.

Bei Aufschweißungen, die in großem Umfang Straßenbahnrillenschienen durchgeführt waren, ergab sich Brüche bei Schienen, die starke Seigerungsersch nungen aufwiesen. Aus Untersuchungen wurden We über die Verschweißbarkeit, Zahlentafel 7, gefunden.

Zahlentafel 7

Bezeichnung der Schienen	C vH	Si vH	Mn vH	S vH	P vH	verschweißbar	Brinel festigk kg/mm
1	0,7	0,2	0,6	0,026	0,04	gut	60 bis
2	0,5	0,3	0,77	0,037	0,039	„	55 „
3	0,55	0,15	0,72	0,040	0,7 bis 0,9	wärmeempfindlich	65 „
4	1	0,25	12	0,026	0,03	gut	65 „

Die Seigerungszone ist schwer schweißbar. Untersuchung einer solchen Schiene ergab:

	Randzone	Kernzone
C . . . . vH	0,35	0,63
P . . . . „	0,062	0,135
S . . . . „	0,031	0,12
Kerbzähigkeit . . . mkg/cm²	1,58	0,84

Die Warmbiegsamkeit der mit P und S angereichert Zone ist wesentlich geringer als die der Randzone. eine solche Schiene stark ausgefahren und werden Auftragschweißungen bei hoher einseitiger Wärme a geschweißt, so entsteht leicht Bruch der Schiene mit d Anriß in der Seigerungszone.

Wenn auch vom Standpunkte der Wirtschaftlich die Forderung aufgestellt werden muß, möglichst v Werkstoff abzuschmelzen oder aufzuschweißen, so m man doch die thermischen Vorgänge beachten. Bei ri tiger Wahl des Zusatzwerkstoffes, der sich chemisch m lichst den Eigenschaften des Werkstückes nähert, wird richtiger Wärmebehandlung jede Bruchgefahr vermied

Zusammenfassung

1. Der aufzuschweißende Werkstoff muß sich chemis möglichst dem des Werkstückes nähern;
2. die Aufnahme an Sauerstoff und Stickstoff aus Luft geht bei zunehmendem Kohlenstoff und Mang gehalt zurück;
3. hochhaltige Kohlenstoff- und Mangandrähte lass sich bei Gleichstrom nur mit dem Pluspol Schweißdraht gut verschweißen;
4. den Wärmevorgängen beim Schweißen muß Beachtu geschenkt werden;
5. eine Gütesteigerung der Auftragschweißungen durch entsprechende Nachbehandlung der Schwe möglich, doch in den meisten Fällen praktisch ni durchführbar;
6. durch entsprechende Wahl des Zusatzwerkstoffes höchster Verschleißwiderstand in den aufgetrage Schichten ohne weiteres zu erreichen;
7. die Wirtschaftlichkeit der Auftragschweißungen besonders beachtenswert. [B 906]

Oberflächenerscheinungen an feinen und groben Stoffen

. Dr. phil. Raphael Ed. Liesegang, Frankfurt a. M., Universitäts-Institut für physikalische Grundlagen der Medizin

Einführung in die kolloidchemische Technologie

Der Wert kolloidchemischer Forschung für die verschiedensten Gebiete der Technologie zeigt sich immer deutlicher. Auf den Gebieten der Schmier-
ttelerzeugung und -benutzung, der Erzaufbereitung
rch Aufschlämmen, der Färberei, der Bierbrauerei,
r Zellulose und des Kautschuks hat sich H. Freund-
ch in dieser Richtung erfolgreich betätigt. Bei Wo.
stwald sind es u. a. die Metallurgie, die Gerberei,
ps, Pigmente, Kautschuk, Papierleimung, Brotbereitung.
nch andre Forscher könnten hier außerdem genannt
rden. Die meisten greifen dann noch auf ein ganz
dres Gebiet über: auf das der Lebenserscheinungen, der
ochemie und Biophysik. Fast mag das nun umgekehrt
n Eindruck einer Zerrissenheit erwecken. Daß jedoch
e Lebenserscheinungen als Vergleich und Vorbild ins
-ichtsfeld des Technologen gehören, hat besonders
Haber betont.

Das wesentlichste der Kolloidchemie ist, im Gleich-
s gesprochen, die Grenzfrage. Wie in Politik und
andel die Grenze eine besondere Bedeutung hat, so ist
auch hier, da an der Grenze von zwei festen Stoffen,
n einem festen und einem flüssigen oder gasförmigen,
n zwei flüssigen usw., besondere Kräfte zur Wirksam-
it kommen, Strukturveränderungen auftreten usw.
erzu haben im letzten Jahrzehnt die Amerikaner
angmuir und Harkins wichtigste Beiträge gelie-
t: An der Grenze zwischen Wasser und Luft (und in
en andern Fällen ebenfalls) findet in der äußersten
assergrenze eine Richtung der Moleküle derart statt,
ß in chemischer (wohl auch in andern Beziehungen) der
asse Unterschied wohl etwas ausgeglichen wird. Wie
olmer in der letzten Zeit gezeigt hat, kann an den
renzflächen auch die Beweglichkeit der Teilchen größer
in als sonst.

Aus diesem und vielem andern ergibt sich nun
lbstverständlich, daß diese Kräfte, Zwischenstufen usw.
um so höherem Maße auftreten müssen, je mehr der
off zerteilt ist. Die Zerteilung eines Stoffes hat dabei
mer die Ausbildung einer größeren Oberfläche bei
em zweiten Stoff zur Folge. Zerpulverung von Glas
rgrößert die Oberfläche der umgebenden Luft. In
ispersoidologie", d. h. Lehre vom Zerteilungsgrad, hat
Weimarn die Kolloidchemie umzutaufen versucht.
er er faßt damit nicht das Ganze. Er spricht gewisser-
ßen nur vom Geographischen. Kolloidchemie ist in der
uptsache die Wissenschaft von den Grenzen, behan-
t also — in übertragendem Sinne — die Politik, den
ndel, das Ethnologische.

Ein kleiner Staat muß nicht unbedingt eine kleinere
renze haben als ein großer. Das soll andeuten, daß es
cht allein auf die Masse der einzelnen Teilchen an-
mmt, sondern sehr stark auch auf ihre Form. In ihren
rechnungen hat die Kolloidchemie zu Anfang der Ein-
chheit wegen mit runden Teilchen gerechnet. Immer
hr geht man jedoch jetzt auf die Formunter-
hiede ein. Der eckige Wüstensand hat chemisch die
eichen, sonst aber durchaus andre Eigenschaften als
r rundgeschliffene Meeressand

Wo aber in der Technik hat man es mit Körpern von
großer Oberfläche zu tun? Der Blick des Unein-
weihten richtet sich zunächst nur auf die feinen Zer-
ilungen oder die in der Neuzeit beliebt gewordenen
rstäubungen. Sie erinnern sich dann auch sogleich an
bel und Rauch, d. h. feinste Verteilungen von Flüssig-
iten und festen Körpern in einem Gas. Durch elek-
sche Zerstäubung eines Silberstückes kann man das
Wasser praktisch unlösliche Metall darin derart ver-
len, daß es eine wirkliche Lösung von mehreren Hun-
tsteln zu bilden scheint. Das Ultramikroskop hat jedoch
eigt, daß es sich hier in Wirklichkeit um äußerst
ine Teilchen von feinstem metallischem Silber handelt.
Sie können Jahrzehnte hindurch in der Schwebe (Suspension) bleiben.

An einer solchen kolloiden Silberlösung sei auch sogleich ein wesentlicher Unterschied der eigentlich chemischen und der kolloidchemischen Reaktion gezeigt; setzt man Salpetersäure hinzu, so erfolgt nicht sogleich die Auflösung, sondern eine Ausflockung des Silbers. Erst langsam tritt dann die Auflösung des Metalls unter Bildung des nun erst gelösten Silbernitrates ein. Die Ausflockung ist ein kolloidchemischer Vorgang, eine reine Oberflächenangelegenheit. Kolloide Lösungen verdanken ihre Beständigkeit einer elektrischen Ladung an der Grenze zwischen Metallteilchen und Wasser. Die gleichgeladenen Teilchen stoßen sich gegenseitig ab. Durch Salpetersäure, aber auch durch andre Elektrolyte wird diese Ladung weggenommen. So kommt es zur Auflösung.

Wie diese „Silberlösung", so sind auch Auflösungen von Leim und von Eiweißkörpern im Wasser nicht homogen. Sie erinnern an die etwas gröberen Verteilungen von zwei Flüssigkeiten, die einander kaum lösen, d. h. an die Emulsionen. Milch und Kautschuk seien als natürliche Vertreter dieser Klasse genannt[1]). Asphaltemulsion für den Straßenbau und die meist sehr unangenehmen Emulsionen in den Waschwassern der Erdölraffinationen seien aus den zahlreichen technischen Emulsionen herausgegriffen. Auch die wässrige Seifenlösung ist eine Emulsion; sie verdankt ihr Reinigungsvermögen zum größten Teil den Oberflächenvorgängen.

Wie kommt es nun aber, daß grobe Stücke, wie Tierkohle, Silika-Gel usw., ebenfalls zu den von der Kolloidchemie hauptsächlich behandelten Stoffen gehören? — Die sichtbare Oberfläche dieser Stoffe ist nur klein. Daneben besteht aber, durch feinste Poren bedingt, eine ganz ungeheuer große „innere Oberfläche". Diese Stoffe sind die eigentlichen Vertreter der technischen Adsorptionsmittel: sie sammeln an dieser Oberfläche gewisse Stoffe an, die sich in der umgebenden Flüssigkeit oder auch in der Außenluft befinden. Sie werden deshalb[1a]) zur Befreiung mancher Flüssigkeiten von unliebsamem Farbstoff, zum Reinigen von Ölen, zum Auffangen und zur Wiedergewinnung vergaster organischer Lösemittel usw. benutzt. Besonders in diesem Falle kommt es darauf an, daß das Aufgenommene durch Erwärmung, in der Luftleere usw. wieder abgegeben wird, daß also ein umkehrbarer chemischer Vorgang auftritt. Und dennoch werden hier von manchen Forschern irgendwelche chemischen Beziehungen (nicht allein Betätigung von Restvalenzen, sondern auch eigentliche chemische Austauschvorgänge) vermutet. Wie dem auch sei, eine große Oberfläche ist zunächst nötig, weil das Adsorbens fest ist und fest bleibt, also seinerseits den Teilchen des Hinzutretenden nicht entgegenzukommen vermag, und weil andereits die adsorbierte Schicht im günstigsten Fall nur eine einzige Moleküllage umfassen kann.

Aber auch damit ist das Gebiet der „Oberflächlichkeit" noch nicht erschöpft: auch in einem größeren Stück Metall ist eine innere Oberfläche vorhanden. Sieht man von den „Einkristallen" ab, die in der Glühfadentechnik verwendet werden, so muß man auch größere Stücke von sogenannten reinen Metallen und von Legierungen als „Vielzeller" auffassen. Beilby hat die Theorie aufgestellt, daß jeder Kristallit, aus denen das Metallstück aufgebaut ist, von einer amorphen Hülle des gleichen Stoffes umgeben sei. Diese Theorie hat nicht überall Anhang gefunden. Aber das, was z. B. von Sauerwald an ihre Stelle gesetzt wird, ist auch nicht so sehr verschieden davon: Die Spuren von Verunreinigungen sollen sich in den Grenzräumen zwischen den Einzelkriställchen angesammelt haben.

[1]) Daher Emulsion = Vermilchung, Aufschwemmung.
[1a]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 457.

Die Widerstandfähigkeit der Metalle gegenüber mechanischen Belastungen ist geringer, als man nach dem in der theoretischen Physik Errechneten erwarten sollte. Die natürliche Inhomogenität ist in der Hauptsache die Ursache hierfür. Etwas kommt es allerdings auch auf die sichtbare Oberfläche an. Joffe hat gezeigt, daß die fast stets vorhandenen kleinen Risse und Sprünge an der Oberfläche die Bruchfestigkeit eines Kochsalzkristalls erheblich herabsetzen. Wie nach dem leichten Anritzen einer Glasoberfläche ist hier ein Anfang gemacht, wo der große Sprung beginnt. Ähnliches gilt außer für Metalle auch für manche andern technischen Massen. Wenn die Bruchfestigkeit von Isolationsporzellan durch den Glasurüberzug auf das Doppelte steigen kann, obgleich dieser Überzug nur 1 vH der ganzen Masse ausmacht, so ist dies zu vergleichen mit der oberflächlichen Wasserbehandlung des Steinsalzkristalls, durch die Joffe dessen Bruchfestigkeit ebenfalls erheblich steigern konnte. In beiden Fällen sind die Oberflächen geglättet.

Ein Körper oder eine Körpergruppe, deren Oberfläche im Verhältnis zur Masse verhältnismäßig groß ist, strebt zur Verminderung dieser Oberfläche. Er ist also weniger stabil als der oberflächenarme Körper. Der Analytiker rechnet damit, daß ein sehr feinkörniger Niederschlag — es sei nur an den Schwefel im frisch angesetzten Tonfixierbad des Photographen erinnert — mit der Zeit grobkörniger wird und nun nicht mehr durch das Filtrierpapier geht. Diese Art des „Alterns" ist ein sehr wesentlicher Umstand im ganzen Gebiet des Feinverteilten. Treten die Teilchen zu größeren zusammen, so hat das weitere Vorgänge zur Folge. Was an ihrer Oberfläche adsorbiert war, wird teilweise freigegeben (Freundlichs Adsorptionsrückgang"). Gallerte von Kieselsäure schwitzen Wasser aus, d. h. sie können auch im zugeschmolzenen Glasrohr trocknen. Oberflächenverminderung ist das, was im Verlauf von geologischen Zeiten von der weichen Kieselsäure-Gallerte, die in ihrer äußeren Beschaffenheit fast mit Vaseline vergleichbar ist, zum Achat führt, den wir für besonders widerstandfähige Mörser benutzen. Die zukünftige Keramik hat hier ein nachahmenswertes Vorbild.

Die Natur ist reich an Mitteln, dieses Ziel der Oberflächenverminderung zu benutzen und sie schlägt einmal diesen, dann jenen Weg ein. Verallgemeinerungen sind hier also gefährlich. Werden die Teilchen einer kolloiden Silberlösung durch Elektrolytzusatz entladen, so setzen sie dem Zusammengedrängtwerden durch die Molekülstöße des Wassers (Wärmebewegung, Brownsche Bewegung) geringeren Widerstand entgegen.

Aber auch ohne Zwischenschaltung von Elektrolyten geht es. Tammann hat gezeigt, daß man beim Umrühren von Silberpulver schon sehr weit unterhalb des Sinter- oder gar Schmelzpunkts zu einem Zusammenbacken der Teilchen kommt. Zufällig kommen immer wieder zwei Teilchen mit der richtigen Gitterfläche in Berührung, und die Grenzflächen springen ins Gitter ein. Wahrscheinlich kommt hier noch eine Wärmewirkung hinzu, die Berzelius vor einem Jahrhundert schon beim Erhitzen von Chromoxydpulver beobachtet hat.

Wie Adsorbiertes wird auch Wärme bei der Oberflächenverkleinerung frei. Indem diese sich zunächst an den Umsetzungsflächen äußert, ist ihre Wirksamkeit dort viel höher, als aus der Gesamttemperaturerhöhung zu schließen ist. Das bedeutet örtliche Erhöhung der Beweglichkeit, also eine (autokatalytische) Beförderung des Vorgangs. — In andern Fällen treten die vorhandenen Teilchen nicht unmittelbar zusammen, sondern es schaltet sich eine (intermediäre) Lösung oder ein verdampfter Körper dazwischen. Kleinere Teilchen lösen sich leichter oder verdampfen früher als größere. Deshalb wachsen die größeren auf Kosten der kleineren.

An scheinbar unveränderlichem Stoff macht sich oft ein Altern bemerkbar. Schwalbe wies darauf hin, daß Filtrierpapier beim Lagern an Porosität verliere. Bei den Kristallen wenigstens sollte man Ruhe, A
geglichenheit erwarten. Aber Beobachtungen von Ba
rew an frisch gepulverten Kristallen von Ch
natrium, Chlorkalium, Kaliumsulfat usw. weisen da
hin, daß selbst hier Alterungserscheinungen auftreten,
sich sogar in einem verschiedenen chemischen Verha
äußern können. Tammann hatte beim Spalten
Glimmerplatten ein Zerreißen von Atomgruppen,
chemische Vorgänge angenommen. Und Balarew
mutet, daß sich die mechanischen und damit die „
mischen" Unebenheiten mit der Zeit ausgleichen.

Daß bei wachsenden Kristallen eine seltsame
weglichkeit, ein Gleitvermögen der sich neu anlagern
Teilchen vorhanden ist, hatte schon vorher Vol
nachgewiesen. Und dies mag wohl mit der Eben
der Kristalloberflächen im Zusammenhang stehen.
wird an die Glasurwirkung erinnert, wenn man
Panoth hört, daß das Adsorptionsvermögen man
natürlicher, d. h. uralter, Kristalle viel geringer ist
das von künstlichen, oder wenn von der größeren H
der natürlichen Kruste von Bohrdiamanten gespro
wird. Zeigen nicht allein Elemente wie Wassers
sondern auch Verbindungen einen status nascendi,
mag das nicht allein in der Kleinheit der zuerst
stehenden Teilchen begründet sein, sondern auch
einem noch nicht vollkommen ausgeglichenen chemis
Aufbau. Und hier mag wieder die schon erwähnte ei
artige Anordnung der Moleküle eine Rolle spielen,
von Langmuir und Harkins untersucht worden ist.

Bei leichtbeweglichen Körpern wie Wasser
wässrigen Lösungen ist das noch deutlicher. Nach Her
lung einer neuen Oberfläche ist die Oberflächenspan
eine andre als nach einigem Altern. Diese „Langm
Orientierung" erfordert eine gewisse, wenn auch k
Zeit. Dazu kommt die Wanderung zur Oberfläche von
jenigen Stoffen hinzu, die die Oberflächenspannung
absetzen: das „Gibbs-Phänomen". Selbst Wassermole
können sich, wie Lenard gezeigt hat, daran b
ligen. Denn sie bestehen nicht nur aus H_2O, sondern
$(H_2O)_y$, aus $(H_2O)_x$ usw. Diese sind aber verschi
„oberflächenaktiv".

Frische Grenzflächen werden beim Rühren in
gleich Verteiltem erzeugt. Die mechanischen und
mischen Umlagerungen sind begleitet oder schließ
auch wesensgleich mit Änderungen der elektrischen
dungen. Noch ganz unübersehbar verwickelte Vorg
können infolgedessen bei den scheinbar einfachsten t
nischen Umsetzungen auftreten. Wenn er es mit kollo
Gebilden zu tun hat, muß der Techniker immer mit
Möglichkeit von Überraschungen rechnen. Die Kol
chemie wird ihm hier immer mehr Aufklärungen
Sicherheit schaffen. [B 45

Berichtigungen

Die Brennstofftagung (Fuel Conference) der Weltkra konferenz London 1928

Zu dem in Heft 5 dieser Zeitschrift S. 164 veröf
lichten Programm der Londoner Tagung kommt noch
Vortrag:

13. N T. Nissen, Der obere und der untere H
wert als Grundlage für Garantieversuche (Vereinig
der Deutschen Dampfkessel- und Apparate-Indus
Dampfkessel-Überwachungsvereine).

Die bisher als 13. bis 15. gezählten Vorträge erhalten
die Nummern 14 bis 16. [N 125

Beitrag zur Berechnung von Kreiselpumpen

In dem Aufsatz von A. Franz in Z. Bd. 72 (1
Nr. 3 muß es auf S. 85 l. Sp. 3. Abs. richtig heißen:
hat sich nur noch ein Bild darüber zu machen, welche W
die spezifische Drehzahl n_{s1} des einzelnen Rades
nehmen kann, um feststellen zu können, welche . . . .
[N 125

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Abb. 1
Grundriß zweier von den sechs Formereieinrichtungen.
a Sandaufbereitung *b* Förderer für aufbereiteten oder Frischsand *c* Formsandbehälter *d* Formmaschinen
e Formenkastenförderer *f* Formenförderer *g* Haubenförderer *h* Förderer für Gießpfannen.

Gießerei

eue Graugießerei der Buick Motor Co.

Die Buick Motor Co. hat in Flint, Michigan, eine neue augießerei errichtet, die 700 t Eisen in 24 h schmelzen l, während die 1917 errichtete Gießerei 300 t in 24 h stet[1]). Bei der neuen Gießerei ist das Hauptaugenmerk die selbsttätige Bewegung der einzelnen Teile möglichst ter Ausschaltung aller Handarbeit und auf das Erchen großer Leistungen mit geringem Kraftaufwand richtet. Bemerkenswert sind hauptsächlich die nahezu llständig selbsttätige Bewegung und Aufbereitung des ndes sowie die selbsttätige Gattierung und Begichtung : Kuppelöfen.

Die Formerei besteht aus sechs Doppelanlagen und der lbenformerei. Die sechs Doppelanlagen mit paarweise fgestellten Formmaschinen nehmen nahezu eine Längste der Gießerei ein. Jede der sechs Anlagen ist eine sich geschlossene Formerei mit eigener Sandförder- und ıfbereitanlage sowie Förderern für Formen und Kasten. den einzelnen Abteilungen werden Getriebegehäuse, linderköpfe, Zylinder und Kurbelgehäuse hergestellt.

Vor den Kuppelöfen und quer zu den andern Formschinen liegt die Kolbenformerei mit zwei Förderanlagen

[1]) „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 1363 und 1372, „The Foundry" 55 (1927) S. 925.

Abb. 3
Förderung des Roheisens vom Hof zum Wiegetrichter, zum Vorratstrichter und zum Beschickgefäß.
a Roheisenlager *b* Magnet *c* Wiegetrichter *d* Ausgleichbehälter *e* Waage *f* Schaltbühne der Anlage *g* Vorratbehälter *h* Ladebehälter

Abb. 2
Gesamtansicht einer der sechs Formereieinrichtungen.
a Förderer für aufbereiteten oder Frischsand *b* Formsandbehälter
Schlichtsandbehälter *d* Formmaschinen *e* Förderer für leere Formkasten
Ständerkran *g* Formenförderer *h* Kernförderer *i* Haubenförderer
für gegossene Formen.

für die Formen und einer mit Hauben versehenen Kühlförderanlage sowie zwei Reihen von Formmaschinen, die durch eine Sandförder- und -aufbereitanlage versorgt werden. Die Formerei erzeugt 6400 Kolben in 24 h.

Zur besseren Übersichtlichkeit der Gießerei liegen die Fördereinrichtungen für den gebrauchten Sand unter Hüttensohle, während der Sand, der von der Aufbereitung zu den Formmaschinen geht, in hoch gelegenen Fördereinrichtungen befördert wird. Der Schlichtsand wird in einem Nebengebäude selbsttätig aufbereitet. Den Sand feuchtet ein zuverlässiger Arbeiter an. Jeder Arbeiter hat in der Formerei nur eine ganz bestimmte Arbeit durchzuführen. Bei jeder Anlage, Abb. 1 und 2, stehen die Formmaschinen in einer Reihe zwischen den beiden Trummen eines 91,5 m langen Förderbandes.

Die Unterkasten für Zylinderköpfe, Zylinderblöcke und Getriebegehäuse werden auf Rüttelmaschinen mit Kipp- und Modellabziehvorrichtung hergestellt. Die Form wird dann auf einen Tisch gelegt und mittels eines kleinen Kranes auf die Fördervorrichtung gebracht. Zylinderblöcke und Getriebekasten werden in geteilten versplinteten Formkasten hergestellt.

Für das Gattieren und Begichten der sechs Kuppelöfen hat man selbsttätig arbeitende Gattier- und Begichtkrane eingebaut. Die Gattierkrane, die die Chargen wiegen und mischen, stehen im Hauptgebäude in einer Linie mit den Kuppelöfen und parallel mit dem Roheisen-

Abb. 4 und **5**
Beschickgefäß, links mit loser Lasche, wobei das Gefäß auf dem Boden festgehalten ist. Rechts mit festliegender Lasche und von dem Boden abgehobenem Gefäß.

lager. Außerhalb des Gebäudes bringen weitere Krane Roheisen, Stahl, Schrot usw. aus Wagen oder vom Hof in eine schräge Rutsche, Abb. 3. Die verschiedenen Eisensorten werden hierbei getrennt in Gebäuden gelagert.

Jeder Gattierkran hat einen mit einem Motor angetriebenen Ausleger, an dem ein Gehäuse hängt. In dem Gehäuse befinden sich ein Wiegetrichter und eine Zeigerwage, eine Laufkatze mit elektrischem Aufzug und Magnet, sowie ein Zurichte- oder Zugabebehälter, der in den Boden des Gehäuses eingebaut ist und aus dem die letzte Zugabe für das richtige Gewicht entnommen oder, wenn es zuviel war, abgelegt wird. Die Gattierung wird in dem Gehäuse gewogen und gemischt.

Die Zeigerwage wird auf die Gewichte der einzelnen zu wiegenden Bestandteile der Gattierung eingestellt, dann wird der Kran auf den Platz, wo das erstgradige Eisen liegt, gebracht. Die Laufkatze läuft dann über die Böschung hinaus, der Magnet wird herabgelassen, die Ladung hinaufgezogen und zurück über den Wiegetrichter geführt, in den man dann die Ladung fallen läßt. Wenn der Zeiger der Wage eine weitere Ladung verlangt, wird das Verfahren wiederholt. Das genaue Abgleichen des Gewichtes ist Handarbeit; man nimmt Stücke aus dem Zurichtetrichter heraus oder wirft sie, falls das Gewicht schon zu hoch ist, aus dem Wiegetrichter in den Zurichtetrichter. Jederzeit sollen rd. 1000 kg Vorrat in dem Zurichtetrichter vorhanden sein. Jede vollständige Charge wiegt 1814 kg. Der Magnet, der 1145 mm Dmr. hat und 362 bis 544 kg hebt, arbeitet mit 230 V/Gleichstrom. Er wird durch eine elek-

Abb. 6
Begichteinrichtung.

a Hüttensohle
b Gebläsebühne
c Beschickbühne
d Drehtisch mit zwei Beschick-behältern
e Schacht zum Durchfördern de Beschickbehälter
f Laufkatze mit Beschickbehälte
g Kuppelofen
h Schaltanlage für Beschickvor-richtung

Abb. 7
Beschickanlage für Koks oder Kalk.

a Vorratbehälter *c* Waage *e* Schaltanlage
b Wiegebehälter *d* Ladebehälter *f* Kuppelofen

Abb. 8
Schrägaufzug für Koks oder Kalk.

trische 3 t-Winde gehoben und dynamisch gesenkt. Wiegetrichter muß es aushalten, daß Stücke von 400 500 kg wiederholt aus rd. 1 m Höhe herabfallen. Die fer gemachte Charge wird mittels des Kranes in einem 15 Vorratbehälter, die in einer Reihe unmittelbar unter Wiegetrichtern stehen, entleert. Die Beschickbehälter ste unmittelbar unter den Vorratbehältern. Sie haben kege Böden nach Art der Fülltrichter bei Gaserzeugern, Ab und 5. Die Begichteinrichtung, Abb. 6, besteht aus selbsttätigen Morgan-Kuppelofen-Beschickmaschinen vier Kranen. Man kann drei Öfen zugleich beschicken betreiben und hat eine Maschine zur Aushilfe oder Öfen zugleich, so daß man zwei ausbessern könnte.

Ein voller Beschickbehälter wird mittels Kranes einen Drehtisch gestellt. Die Drehtische, von denen s vorhanden sind, einer vor jedem Kuppelofen, stehen ex trisch zum Haken des Beschickkranes, so daß, w der Tisch gedreht wird, die Öse des Behälters unmitte in den Kranhaken eingehängt werden kann. Wird die Beschickvorrichtung in Bewegung gesetzt, so setzt zuerst die Hebevorrichtung, die den Behälter mit der Ch anhebt und durch den Kamin auf die Beschickbühne in Gang. Der Behälter wird nun durch einen fahrba Kurbelschalter, der von dem Aufzug betätigt wird, a halten. Der Schalter setzt den Fahrmotor des Krane Bewegung, so daß der Kran sich zum Kuppelofen hin wegt. Sobald der Kran anläuft, legen sich die Versch klauen, die selbsttätig offen gehalten wurden, an den ob Winkelflansch des Gefäßes, Abb. 4 und 5. Sobald das schickgefäß in der Mitte des Kuppelofens angelangt ist, es durch einen weiteren Schalter angehalten, und gle zeitig beginnt der Aufzug, sich zu senken. Die Versch klauen halten den Mantel des Gefäßes fest, während Boden, der nicht mit dem Mantel verbunden ist, nieder und die Charge freigibt, so daß sie in den Kuppelofen

sich dabei gleichmäßig nach den Seiten ausbreitet. […]dem sich der Boden um ungefähr 900 mm gesenkt hat, […] selbsttätig umgeschaltet und der Boden angehoben. […] Beschickbehälter kehrt in die Ausgangstellung zurück. […]ld er auf dem Drehtisch angekommen ist, schaltet der […]elschalter den Aufzug aus. Jeder Arbeitsgang kann […]sich geschaltet werden. Jede Charge dauert 2 min.

Zum Beschicken mit Koks oder Kalk sind zwei zum Teil […]ttätige Maschinen, Abb. 7, gegenüber den Beschick-[…]hinen für Eisen, also auf der andern Seite der Kuppel-[…] aufgestellt. Jede Maschine wird von einem Mann be-[…].

Koks oder Kalk werden in den Vorratbehälter mittels […] Schrägaufzuges, Abb. 8, selbsttätig aus einer Grube bis […] oberen Ende des Aufzuges gehoben; der Inhalt gelangt […] ein schräges Sieb, von dem die Ladung mit Aus-[…]ne des feinen Kokses in einen Wagen fällt. Der Wagen […]mit dem Schrägaufzug elektrisch gekuppelt. Der Be-[…]r des Schrägaufzuges geht leer zurück und betätigt auf […]m Rücklauf einen Schalter, der den Wagen in Bewe-[…] setzt. Der Wagen läuft bis zu einem bestimmten […]t, wo er selbsttätig gebremst wird. Eine Solenoid-[…]nse öffnet die Seitenklappen des Wagens, und der Inhalt […] in 400 t-Behälter entladen. Durch ein Zeitrelais wird […] Wagen in seine Anfangstellung zurückgeführt; die […]nklappen schließen sich selbsttätig während der Fahrt. […] Behälter des Schrägaufzuges und der Wagen fassen je […]m³. Der Behälter des Schrägaufzuges wird stets mit […]selben Gewicht beladen, einerlei, ob es sich um Koks […] Kalk handelt.

Die Gattierung der Charge von 1814 kg Eisen besteht […]91 kg Siliziumroheisen (14 vH Si), 272 kg schmiedbarem […]n, 272 kg Gießereiroheisen, 91 kg Mayari-Roheisen, […]g Gußschrot und 295 kg Stahlschrot. Die Zuschläge […] jede Charge betragen 226 kg Koks und 68 kg Kalk. Im […]chschnitt enthält das Gußeisen 2,4 bis 2,45 vH Si, […] vH S, 0,22 vH P, 0,54 vH Mn, 0,55 vH C (gebunden) […] 3,20 vH C (gesamt). [M 1065]

Metallhüttenwesen

Vorkommen und Verarbeitung von Nickelerzen in Nordamerika

Die Nickelerze Neu-Kaledoniens haben gegenüber denen […] dem Sudbury-Distrikt, Kanada, den Vorzug, daß sie […]e Verunreinigungen an Kupfer, Arsen und Schwefel ent-[…]en. Die kanadischen Nickelerze sind nickelhaltige Mag-[…] und Kupferkiese, die neukaledonischen Erze Nickel-[…]nesiasilikate mit 7 bis 8 vH Ni, immer mit Beimengun-[…] von Eisen und Kobalt, häufig auch Chrom, Tonerde […] Kalk[1]).

In Chaleix in der Nähe von Nouméa, Neu-Kaledonien, […]e im Jahre 1878 der erste Nickelhochofen in Betrieb […]mmen; im Jahre 1889 erbaute die Gesellschaft Le Nickel […]rste Hütte zum Erschmelzen von Nickelstein. In den […]en 1911 bis 1914 entstanden zwei neue Werke. Die […]llschaft Le Nickel errichtete das neue Werk in Thio […] die Firma Société des Hauts-Fourneaux de Nouméa das […]k in Nouméa. Im Jahre 1914 wurden 172 000 t erzeugt; […]rend des Krieges fiel die Nickelgewinnung auf 45 000 t […] im Jahre 1925 betrug sie 87 000 t.

Die Nickelerze kann man nach zwei Verfahren ver-[…]iten: 1. das Schmelzen zu Nickelstein, das bis zum Jahre […] allein angewendet wurde und das seit seiner Verwen-[…] in Neu-Kaledonien grundsätzlich kaum irgendeine […]nderung erfahren hat; 2. das elektrische Schmelzen zu […]onickel, das noch in der Entwicklung begriffen ist. Vor […] wurde nur ein Teil der geförderten Erze im Lande […]t verarbeitet und erst seit dieser Zeit wird die ganze […]örderung in den Hütten von Nouméa und Thio zu Nickel-[…] erschmolzen.

Beim Schmelzen der Erze zu Nickelstein sind zwei […]melzen notwendig:

[…] Das Schmelzen in Wassermantelöfen von 100 bis 150 t unter Zugabe von Gips und einem Flußmittel, wobei man Stein mit rd. 40 bis 50 vH Ni gewinnt.

[…] Die Weiterverarbeitung des erschmolzenen Steines in der Birne, wo man Nickelsulfat oder Nickelstein zweiter Schmelzung mit 76 bis 79 vH Ni und 0,2 bis 0,4 vH Verunreinigungen an Eisen, Aluminium, Silizium und Kupfer erschmilzt.

Das Erz wird in Preßlingen, denen der notwendige […]efel in Form von Gips beigemengt ist, aufgegeben, […]t es dem Druck der Beschickung widersteht. Die Koksmenge beträgt rd. 40 vH, die Gipsmenge rd. 10 vH der erschmolzenen Erzmenge, Flußmittel nach Bedarf. Die Schlacke darf nicht mehr als 0,6 bis 0,7 vH Ni enthalten. Da die Gesellschaften den Brennstoff, die feuerfesten Stoffe und den Gips aus dem Auslande beziehen müssen, sind die Gestehungskosten sehr hoch. Allein auf Brennstoff entfallen ungefähr die Hälfte der Selbstkosten. Auch die Löhne sind nach dem Krieg sehr gestiegen.

Um die Erzeugungskosten zu verringern, hat die Gesellschaft Le Nickel die elektrometallurgische Hütte in Yate gebaut und bereits zwei Öfen in Betrieb genommen. Die elektrische Energie wird aus einem Kraftwerk von 22 000 PS geliefert, das die Wasserkraft des Yateflusses ausnutzt. Die Société des Hauts-Fourneaux de Nouméa beutet jetzt die Kohlenvorkommen in Moindu aus und stellt den Koks selbst her.

In Kanada sind nahezu die gesamten Nickelerzlager im Besitz der International Nickel Co. Die Nickelgruben der Gesellschaft liegen in der Nähe von Sudbury, Ontario Kanada, die Werke zur Weiterverarbeitung in Copper Cliff, wo sich eine Wasserkraftanlage und ein elektrisches Schmelzwerk befinden; das Raffinierwerk Huntington, West-Virginia, das mit Naturgas betrieben wird, verarbeitet den Nickelstein zu Monel-Metall und stellt auch gewalzte und gezogene Teile aus diesem Metall her. Hierzu gehört ferner das Raffinierwerk Port-Colborne.

Den größten Teil der Erze liefert die Greigthon-Grube, außer der nur noch die Frood-Grube Bedeutung hat. Die Nickel-Kupfererze sind in einer Länge von 120 bis 300 m und einer Mächtigkeit von rd. 45 m eingelagert. Einen Schacht hat man im Jahre 1926 bis zu 540 m Teufe vorgetrieben.

Die Verarbeitung der Erze dieser Grube, nickelhaltiger Magnet- und Kupferkiese, ist schwierig. Die Grube wurde lange Zeit als Kupfergrube betrieben, erst im Jahre 1887 wurde man auf den Nickelgehalt der Erze aufmerksam. Der mittlere Nickelgehalt beträgt 4,4 vH, der mittlere Kupfergehalt 1,6 vH. Das Gestein ist hart; eine Wasserhaltung ist nur in geringem Maße notwendig.

Das Erz bricht man in der Grube in Steinbrechern auf Stücke von rd. 150 mm vor. Man erspart dadurch beim Verladen der Kippwagen rd. 30 vH an Zeit. 9 t-Kippwagen bringen das Erz zum Vorratbehälter der Aufbereitanlage. Das Erz wird nun mehrere Male gebrochen und abgesiebt. Dabei ergeben sich 55 vH grobes Erz, 10 vH Mittelerz, 20 vH feines Erz und 15 vH taubes Gestein. Die Fördermenge beträgt 80 000 t im Jahr. 325 Arbeiter werden unter Tag und 125 Arbeiter über Tag beschäftigt. Das aufbereitete Erz enthält 17 vH SiO_2, 24 vH S, 41,5 vH Fe, 4 bis 4,5 vH Ni und 1,5 bis 2 vH Cu.

Die Frood-Grube dehnt sich in einer Länge von 1200 m und einer Breite von 30 bis 90 m aus; die Mächtigkeit beträgt rd. 45 m. Die Grube ist noch nicht abgebaut; 80 Bohrlöcher und zwei Schächte sind der einzige Anhalt für die Lagerung.

Das Erz ist ähnlich dem der Greigthon-Grube zusammengesetzt, enthält aber nur 1,68 vH Ni, 1,5 vH Cu und 28 g/t Platin und Palladium im erzeugten Stein, wodurch der Mindergehalt an Ni aufgewogen wird.

Die groben aufbereiteten Erze der Greigthon-Grube werden geteilt, 50 vH verarbeitet man in Wassermantelöfen und 50 vH in Röstgruben. Wegen des hohen Schwefelgehaltes kann man nicht alles in den Wassermantelofen bringen. Die groben Erze röstet man im Freien in rd. 100 großen Röstgruben ($33 \times 20 \times 6$ m³) mit rd. 1 m dickem Holzbelag. Das Erz wird in 50 t-Wagen, die sich nach unten öffnen lassen, in die Gruben entladen. Jede Grube faßt rd. 5000 kg Erz. Das Abrösten dauert 6 bis 7 Monate; der Schwefelgehalt beträgt dann rd. 10 vH.

Der elektrische Strom für den Betrieb der Greigthon-Grube und der Anlagen in Copper Cliff wird von einem Wasserkraftwerk, das rd. 45 km von Sudbury entfernt liegt, geliefert. In dem Werk sind eine 7500 PS-Turbine mit einem Stromerzeuger von 5500 kVA und vier wagerechte Morristurbinen mit je einem Stromerzeuger von 2000 kVA und zwei Erregern von je 320 PS aufgestellt. Der Drehstrom wird mit 33 000 V auf die Werke geschickt, dort mit 2200, 550 und 110 V Betriebspannung verbraucht.

Die Hütte in Copper Cliff verarbeitet das Erz zu Nickelstein. 600 Arbeiter erzeugen monatlich 6000 bis 7000 t Nickelstein. Das Roherz wird von der Greigthon-Grube und von den Erzröstgruben, die Kohlen und der Koks von den Vereinigten Staaten von Amerika, der Strom von dem Wasserkraftwerk geliefert. Der Nickelstein wird in Port Colborne zu Rohnickel und raffiniertem Nickel und in Huntington zu Monel-Metall und schmiedbarem Nickel verarbeitet.

[1]) „Revue de Metallurgie" Bd. 24 (1927) S. 627 und 646.

Abb. 9 bis 11
Wassermantelofen zum Erschmelzen von Nickelstein aus grobem Erz.

In der Anlage von Copper Cliff sind acht Wassermantelöfen aufgestellt, Abb. 9 bis 11, von denen fünf 5100 mm, einer 6500 mm und zwei 7600 mm lang sind. In der Höhe der Luftdüsen sind alle Öfen 1,25 m breit. Der Ofenschacht ist bis auf 150 mm oberhalb der Luftdüsen mit Chromsteinen ausgemauert und läuft nach unten kegelig zu. Die Gebläseluft wird nicht vorgewärmt. Eine Charge besteht gewöhnlich aus 5440 kg Rösterz, 2230 kg Roherz, 1135 kg Abfall, insgesamt 8805 kg, sowie 900 kg Hüttenkoks. Ein großer Wassermantelofen kann rd. 550 t Erz in 24 h verarbeiten.

Der Stein fließt auf einen Vorherd, Abb. 12 und 13, wo Stein und Schlacke getrennt werden. Der Stein enthält 25 bis 27 vH Ni und Cu, wobei der Nickelgehalt ungefähr doppelt so hoch ist wie der Kupfergehalt.

Das Feinerz wird in Kugelmühlen gemahlen und in vier Wedge-Öfen von 6750 mm Dmr. mit 7 Abteilungen geröstet. Beim Eintritt in die Öfen hat das Erz 24 vH Schwefel, beim Austritt 11 bis 12 vH. In jedem Ofen werden täglich 115 t Erz ge
Das geröstete E
kommt warm in
33,6 m langen, 5,7
ten Flammofen,
Gewölbe und
wände aus Silika
hergestellt sind.
Kopfseite sind die
ner für Staubkohle
rung, am entge
setzten Ende Schl
abstich und Absti
Steines eingebaut.
gegeben werden
warme, geröstete
40 t Staubkamme
aus dem Röstofe
dem Wassermant
30 t Roherz, 30
fälle und 80 t
Der erzeugte Stei
hält rd. 16 vH Ni

Aus dem Wass
telofen oder dem F
ofen kommt der S
sechs basische
Smith-Birnen, A
von 3 m Dmr.
11 100 mm Länge.
44 Düsen von je 3
Dmr. wird bei
Birne der Win
700 mm W.-S. Übe
auf das Bad ge
Die Birnen sind n
gnesitsteinen aus
det. Jede Charg
dem Wassermante
Flammofen enth
bis 80 t Stein und
Flußmittel.

Die Steine der
Copper Cliff wer
dem Raffinierwer
Colborne vera
Der Stein enthält
Fe, 54 vH Ni, 26
und 20 vH S. Na
Oxford-Verfahren
man hier Nick
Kupfer dadurch, d
zuckerhutartige
aus Nickelsulfat, K
sulfat und Natri
fat gießt. Zwei
bilden sich dabe
Spitze des Hutes
das Kupfer- und Natriumsulfat und der Boden Nicke
Der Hut wird mit der Hacke abgeschlagen, das Kup
fat geht in einen andern Wassermantelofen zurück un
noch verschiedenen andern Behandlungen unterworfe
als Blasenkupfer verkauft.

Der Nickelstein wird im Wassermantelofen mit Na
sulfat als Flußmittel behandelt, in Kugelmühlen sta
gemahlen und nach verschiedenen Entlaugungsverfahr
Natriumchlorid geglüht, gewaschen und mit Soda g
Alle Arbeiten werden in einem Ofen durchgeführt
ausgewaschene Masse wird in Nickeloxyd von 67,6
0,10 vH Cu, 0,25 vH Fe, 0,10 vH Si und 0,015 vH S i
führt. Das Oxyd wird verkauft, verarbeitet oder
Werk nach Huntington geschickt.

Die Hütte in Huntington, West-Virginia, liegt hi
lich des Brennstoffbezuges günstig, da natürliche
vorhanden ist. Aus dem Nickelstein von Copper Cli
dem Rohnickel von Port Colborne werden Monel-Meta
Legierung aus 67 vH Ni und 23 vH Cu (in Form von B
gewalzt und gezogen), und Nickel (gewalzt und ge
hergestellt.

Den Stein führt man unmittelbar aus dem Eise
wagen Kruppschen Kugelmühlen zu; gemahlen kom
in Vorratbehälter und dann in vier große mech
Röstöfen, Bauart Edwards. In jedem Ofen kann
13 t in 24 h durchsetzen. Die Charge dauert 7 bis 8 h
Stein, der zuerst 20 vH Cu, 60 vH Ni, 18 vH S, außerd
und Si enthält, wird so abgeröstet, daß der Schwefe
beim Austritt aus dem Ofen 0,05 vH beträgt. Nickel und
gehen in der Form von Oxyden aus dem Ofen. Man

Abb. 12 und 13
Vorherd des Wassermantelofens.

Abb. 14
Basische Pierce-Smith-Birne zum Verfeinern von Nickelstein.

das heiße Erzeugnis mit 12 vH Holzkohle und läßt es roßen zylindrischen Metallbehältern abkühlen, mischt ochmals mit 15 vH Kohlenpulver und bringt es n Schmelzofen. Die Beschickung des Schmelzofens ht aus 20 vH Abfall aus dem Walzwerk und 80 vH Nickel-Kupferoxyd, ohne Berücksichtigung des beigemengten Kohlenpulvers. Geschmolzen wird mit reduzierender Flamme.

In vier elektrischen Schmelzöfen mit 3 und 7 t Fassungsraum verarbeitet man die Erzeugnisse der Röstöfen mit höherem Schwefelgehalt. Das schmiedbare Nickel schmilzt man ausschließlich in elektrischen 3 t-Öfen. Die Schmiedeöfen beheizt man mit Naturgas. Die Schmiedetemperatur für Monel-Metall beträgt 900 bis 1100 °, die für Nickel 875 bis 1250 °C. In der Schmiede hat man fünf Dampfhämmer, und zwar von 8000, 5000, 1500, 675 und 450 kg Bärgewicht, aufgestellt. Das Walzwerk hat eine 600 mm-, eine 500 mm- und eine 325 mm-Straße, eine Straße für Handelsprofile, eine Drahtstraße, sowie fünf Gerüste, in denen man bis zu 450 mm breite Nickelbänder kalt auswalzt. [N 1098]

Berlin Steck

Kleine Mitteilungen

...anschaffungen der amerikanischen Eisenbahnen

...ür den Dienst der nordamerikanischen Eisenbahnen ...en 1927 bestellt nur 754 Lokomotiven (1922 2600!), ...chienenmotorwagen (fast sämtlich mit diesel-elek...em Antrieb), 1612 Personenwagen und 72 006 Güter...n.

...300 von den Güterwagen waren 70 t-Trichterwagen; ...ihnen entfallen 3000 allein auf die Baltimore–Ohio-... Jeder dieser Wagen lädt 63,5 t (= 70 engl. t) bei ... Tragfähigkeit und 23,96 t Leergewicht, also nur ...H der Tragfähigkeit. Der Preis betrug 9635 bis ... ℳ, also 40,5 ₰/kg.

...peisewagen von 72 bis 77 t Gewicht kosteten 180 000 ... 18 000 ℳ.

... C 1-Schnellzuglokomotiven von 148 t Dienstgewicht ...en mit rd. 300 000 ℳ bezahlt, die 1 E 2-Güterzug-Loko...en der Texas & Pacific-Bahn (203 t Dienstgewicht) ...49 664 ℳ, die 1 D + D 1-Mallet-Lokomotiven der Den...Rio Grande–Western-Bahn (292 t Dienstgewicht) mit ...34 ℳ, allerdings alle mit den in den Dienstgewichten ... nicht eingerechneten Tendern. Fünf elektrische Loko...en von 164 t Dienstgewicht der New York, New Haven ...artfordbahn kosteten sogar je 608 160 ℳ.
...1252 a] M.

...dehnung des elektrischen Betriebes ...f den schlesischen Gebirgsbahnen

...m 28. Januar d. J. ist der elektrische Betrieb der ...sischen Gebirgsbahnen, der sich bisher auf die Strecke ...szelt–Görlitz beschränkte, auf die Strecke Königszelt–...au ausgedehnt worden. Das ist insofern für den elek...en Bahnbetrieb in Schlesien von großer Bedeutung, ...etzt ein betrieblich zusammenhängendes Netz von ...r Ausdehnung elektrisch betrieben wird. Der elek...e Bahnbetrieb in Schlesien umfaßt jetzt folgende ...ken:

...reslau–Hirschberg–Görlitz–Schlauroth	208 km
...iedersalzbrunn–Halbstadt	35 „
...uhbank–Liebau	16 „
...irschberg–Polaun	52 „
	311 km

Im Frühjahr 1928 werden noch hinzukommen:

Lauban–Kohlfurt	22 km
Lauban–Marklissa	11 „
Groß Mochbern–Mochbern–Breslau Frbg. Bhf.	7 „
	40 km

Das ganze Netz wird aus dem Reichsbahn-Kraftwerk Mittelsteine mit Strom versorgt. Die Errichtung eines weiteren Stützpunktes für die Stromversorgung ist bei weiterer Ausdehnung der elektrischen Zugförderung geplant. In Aussicht genommen ist die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Breslau–Liegnitz–Görlitz, doch steht noch nicht fest, wann mit der Ausrüstung dieser Strecke begonnen werden wird. [N 1252 c] Us.

Neue 1 C-Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn

Die neuen, von den Linke-Hofmann-Werken, A.-G., Breslau, für Nebenbahnstrecken mit 15 t zulässigem Achsdruck gebauten Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn haben in ihren Einzelteilen sehr große Ähnlichkeit mit den 1 C 1-Heißdampf-Tenderlokomotiven, Einheitsbauart Reihe 64. Von den Hauptteilen sind vollständig austauschbar: Kessel, Zylinder, Triebwerk, Treib- und Kuppelradsätze sowie das Lenkgestell. Mit Ausnahme der durch den Wegfall der Wasser- und Kohlenkasten und des hinteren Lenkgestells sich ergebenden Abänderungen stimmen auch die übrigen Teile der Lokomotiven überein.

Die Hauptabmessungen der 1 C-Lokomotiven mit dreiachsigem Tender sind:

Zylinderdurchmesser	500 mm
Kolbenhub	660 „
Treibraddurchmesser	1500 „
Laufraddurchmesser	850 „
Fester Achsstand	3600 „
Gesamter Achsstand	6300 „
Dampfüberdruck	14 at
Rostfläche	2,04 m²
Fb. Heizfläche der Feuerbüchse	8,7 „
Fb. Heizfläche der Heizrohre	53,7 „
Fb. Heizfläche der Rauchrohre	42,0 „
Fb. Heizfläche des Überhitzers	36,1 „
Fb. Gesamtheizfläche	140,5 „

Leergewicht	53,4 t
Reibungsgewicht	45,0 „
Dienstgewicht	58,3 „
Zugkraft	9250 kg
Gesamtachsstand von Lokomotive und Tender	13270 mm

[N 1252 f] Gsl.

Die chilenische Kohlenindustrie

Vor rd. 100 Jahren wurde 1821 in der Nähe von Concepcion, Mittel-Chile, das erste Kohlenbergwerk in Betrieb genommen. Heute sind in diesem Bezirk 12 Schachtanlagen, zehn bei Arauco, drei bei Valdivia und zwei im Magallanes-Bezirk vorhanden. In diesem Bezirk, d. h. im Süden Chiles, befinden sich noch reiche Kohlenvorkommen. Alle Anlagen sind neuzeitlich eingerichtet und mit elektrisch angetriebenen Maschinen ausgerüstet. Der Strom wird von Wasserkraftwerken geliefert. 1914 wurden 1,087 Mill. t, 1917 1,539 Mill. t, 1920 1,063 Mill. t und 1926 1,553 Mill. t Kohlen gefördert. Die Beschaffenheit der Kohlen ist im allgemeinen gut; für Schmelzverfahren sollen sie sich jedoch nicht eignen. Die Bergwerke wurden hauptsächlich von Engländern und Deutschen eingerichtet, die auch geldlich an den Gruben beteiligt sind. Die zur Zeit betriebenen Schachtanlagen liegen in der Nähe der Meeresküste. Nach dem Ausbau des Eisenbahnnnetzes werden weitere Anlagen eingerichtet. (The Iron and Coal Trades Review 27. Januar 1928 S. 117) [N 1252 b] Gw.

G. W. Goethals †

Der am 21. Januar 1928 im Alter von 69 Jahren verstorbene Generalmajor G. W. Goethals ist als Erbauer des Panamakanals auch in Deutschland bekannt. Er studierte an der West Point-Militärakademie. Von 1891 bis 1894 leitete er den Bau des Muscle Shoals-Kanals und war danach im Technischen Stab tätig.

1906 ernannte ihn Präsident Roosevelt zum Leiter des Panamakanalbaues. Unter Überwindung der für die weißen Arbeiter ungesunden tropischen Verhältnisse und trotz der großen technischen Schwierigkeiten beim Bau hat Goethals das Werk vor der festgesetzten Zeit vollendet, so daß bereits am 3. August 1914 das erste Seeschiff durch den Kanal fahren konnte. Daraufhin wurde Goethals zum ersten Gouverneur der Kanalzone ernannt und 1915 sprach der Kongreß ihm den Dank für seine Verdienste beim Kanalbau aus, indem er ihn zum Generalmajor beförderte.

1916 trat er als Gouverneur zurück und übernahm den Vorsitz des Untersuchungsausschusses über das Adamsonsche Achtstunden-Gesetz. Zur Leitung der Emergency Fleet Corporation berufen, trat er nach kurzer Zeit von diesem Posten zurück, weil er dem beabsichtigten Bau von Holzschiffen nicht beistimmen konnte. Seit seinem Rücktritt 1919 aus dem Heeresdienst leitete Goethals ein privates Unternehmen.

Goethals war Inhaber der John Fritz-Denkmünze und seit 1915 Ehrenmitglied der Institution of Civil Engineers. („Engineering“ 27. Januar 1928 S. 113)
[N 1252 d] Ls.

Tunnelrohr von 11,2 m Außendurchmes[ser] in Kalifornien

Unter dem Meerbusen zwischen Oakland und Ala[meda] wird gegenwärtig ein Tunnel gebaut, der einschließlic[h] Zufahrtrampen rd. 1450 m lang ist. Dieser Tunnel [soll] eine 7,3 m breite gepflasterte Straße mit zwei Schi[enen]strängen für Straßenbahnverkehr aufnehmen. Der ei[gent]liche Tunnel ist 1080 m lang. Er besteht in den zwei [Drit]teln seiner Länge, die unter dem Wasser geführt we[rden,] aus zwölf gleich langen Gußbetonröhren von 11,2 m Au[ßen]durchmesser und 76 cm Wanddicke, die über Wasser g[egos]sen und sodann an Ort und Stelle versenkt wurden.

Entgegen dem ursprünglichen Plan, den Tunnel [durch] Betonträger in regelmäßigen Abständen abstützen zu la[ssen,] entschloß man sich, ihn in Sand einzubetten. Insge[samt] mußten 650 000 m³ ausgebaggert werden, damit man [die] Rinne für die Tunnelröhren ziehen konnte. An der [Seite] von Alameda machte die Beschaffenheit des Bodens a[uf] 120 m Länge noch eine besondre Abstützung durch [Pfahl]pfähle erforderlich. Acht von den zwölf Gußbetonr[öhren] wurden am Südufer bei Alameda versenkt und aneina[nder] gereiht. Während dieser Zeit war der Verkehr im [süd]lichen Teil des Meeresarmes gesperrt. Sodann wurden [von] der Nordseite her die übrigen vier Röhren vorgebaut.

Nachdem die einzelnen Röhren durch besondre S[...] wasserdicht miteinander verbunden waren, begann [man] damit, die Trennwände, die die einzelnen Röhren g[egen] Wassereinbruch schützten, zu durchbrechen und die [Fahr]bahn sowie die übrigen Anlagen einzubauen. Man [hofft,] den Tunnel noch im Frühjahr 1928 in Betrieb nehme[n zu] können. („Engineering News-Record“ 19. Januar [1928] S. 100*) [N 1252 g]

Neue Zerstörer für Chile

Der erste der sechs bei John Thornycroft & [Co.,] Southampton, bestellten Zerstörer für Chile ist Ende Ja[nuar] vom Stapel gelaufen. Die Abmessungen sind: Länge [zwi]schen den Loten 87,85 m; Breite 8,84 m; Seitenhöhe 5[...] bei 1453 t Wasserverdrängung. Zwei Turbinensätze[, im] HD-Teil Bauart Brown-Curtiss, im ND-Teil Bauart [Par]sons, treiben über einfache Zahnrädervorgelege die b[eiden] Schrauben an. Marschturbinen sind vorhanden. D[en Dampf] von 17,57 at Überdruck ohne Überhitzung liefern [...] Thornycroft-Wasserrohrkessel mit nahtlosen Untertrom[meln] und Ölfeuerung. Die gewährleistete Geschwindigkeit be[trägt] 35 Kn. Der verhältnismäßig kurze Maschinenraum gest[attet,] die Unterkunftsräume wohnlicher als bei den 9 m läng[eren] früheren chilenischen Zerstörern zu gestalten, was in [An]betracht der veränderlichen Witterung bei Kreuzfahrte[n an] der chilenischen Küste angebracht scheint.

Die Bewaffnung umfaßt drei 12 cm-Geschütze, [ein] 7,5 cm-Fliegerabwehrgeschütz, zwei 53 cm-Drillingstor[pedo]rohre und Maschinengewehre, Minen usw. Das hi[ntere] 12 cm-Geschütz wird nicht auf Deck, sondern in einen [...] eingebaut. („Engineering“ 27. Januar 1928 S. 111)
[N 1252 e]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Das Großkraftwerk Klingenberg. Von R. Laube und F. Stahl. Berlin 1928. Ernst Wasmuth, A.-G. 96 S. mit 107 Abb. Preis 15 M.

Die ausgezeichnete Sammlung architektonisch gut wirkender Aufnahmen, die den Hauptinhalt des Buches darstellt, wird der zweckmäßig schönen Gestaltung der Bauwerke dieser Anlage gerecht. Es ist neue Kunst, aber doch auch wieder Kunst, wie Stahl in seinem Geleitwort ganz zutreffend sagt. Sein erster Eindruck von dem Werk — man denkt, es sei eine Pause eingetreten, weil man keinem Menschen begegnet — kennzeichnet die technische Leistung, die hier vollbracht wurde. Der Bericht von Laube ist eine kurze Schilderung der Baulichkeiten und des Bauvorganges. Die Ausstattung ist sehr geschmackvoll. [E 1163] H.

Handbuch für Eisenbetonbau. Von F. Emperger. 3. Bd.: Der Baustoff und seine Verarbeitung. 4. Aufl. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 427 S. m. 605 Abb. Preis 28,50 M.

Die vierte Auflage des dritten Bandes erscheint, bevor die dritte Auflage des Handbuches abgeschlossen ist. Die Notwendigkeit hierzu ergab sich daraus, daß die einzelnen Kapitel den schnellen Fortschritten der Eisenbetontechnik anzupassen waren. Außerdem bringt die vierte Auflage des ganzen Werkes eine Neueinteilung, wodurch das Handbuch an Einheitlichkeit nur noch gewonnen hat. Der dritte [Band] bringt mehrere neue Erfindungen und Arbeitsverfahren. [Den] Maschineningenieur betreffen besonders die Kapitel, die [sich] mit dem Fördern und Lagern des Betons befassen. [Eine] immer wichtigere Rolle spielt bei den größeren Tiefb[auten] der Kabelkran, der in seiner Arbeitsleistung sehr viels[eitig] und außerordentlich anpassungsfähig an die jeweiligen [ört]lichen Verhältnisse ist. Auch hierauf wird in dem [Buch] ausführlich hingewiesen, ebenso wie die übrigen Kapite[l, die] einzeln aufzuführen der Raum verbietet, im Zeichen [zweck]mäßiger Baustofforschung und wirtschaftlicher Be[triebs]führung stehen. [E 1157]

Handbuch der Zementliteratur. Im Auftrage des Ve[reins] Deutscher Portlandcement-Fabrikanten verfaßt von F[ried]rich Wecke. Berlin-Charlottenburg 1927, Zementve[rlag.] 1447 S. Preis 40 M.

Dieses Handbuch ist aus Anlaß des 50jährigen Best[ehens] (1877 bis 1927) der Vereinigung der Portlandcement-F[abri]kanten entstanden. Es hat den Zweck, die Auffindung [der] stark verstreut liegenden Zementliteratur zu erleichtern [und] daneben auch dem Fachmann als Nachschlagewerk zu di[enen.] Das Schrifttum konnte im wesentlichen bis zur Mitt[e des] Jahres 1925 berücksichtigt und erfaßt werden. In e[...]

onderen geschichtlichen Abschnitt spiegelt sich die Entklung der Zementtechnik und -wissenschaft in dem aufihrten Schrifttum wieder. Das umfangreiche Werk ist Verzeichnissen aller Art gut versehen.
E 1139] Krs.

nrich Büssing und sein Werk. Herausgeg. anläßlich ures 25jährigen Bestehens von der Firma Automobilverke H. Büssing A.-G., Braunschweig. 92 S. m. Abb. icht im Buchhandel.

Die Gründung der Automobilfabrik von H. Büssing t in eine Zeit, wo man in Deutschland gerade die en Versuche unternommen hatte, Kraftwagen in größem Maßstabe zu bauen. Im Alter von 60 Jahren entloß sich Heinrich Büssing, bis dahin Oberingenieur bei Jüdel & Co., sich ausschließlich diesem Zweig der hnik zu widmen, und, ein für die damaligen Verhältse ungewöhnlicher Schritt, seine Fabrik ausschließlich schwere Nutzkraftwagen einzustellen. Sein Erfolg, nicht im Inland, sondern auch im Ausland, war bald ananntt, nachdem 1904 die Londoner Firma Straker & ire die ersten Büssing-Omnibusse in den Londoner aßen in Verkehr brachte. Noch im Jahre 1912 waren ht weniger als 13 vH aller Londoner Omnibusse nach Büssingschen Bauart hergestellt.

Die vorliegende Denkschrift, die anläßlich des 25jähen Bestehens der Firma Büssing herausgegeben wurde, andelt neben der Geschichte dieses Unternehmens vor em die technische Entwicklung der Lastkraftwagen und nibusse und der Hauptteile dieser Fahrzeuge während Krieges und bis in die neueste Zeit. Dieser Teil ist gen der vielen maßstäblich wiedergegebenen Zeichnungen h für den Konstrukteur äußerst wertvoll. Die Schrift tet außerdem einen Einblick in den heutigen Stand der eugung bei den Büssingwerken, die in großem Umge von der Fließarbeit Gebrauch macht.
E 1170] Dr. Heller

bleme der neuen Stadt Berlin. Herausgeg. von Hans Brennert und Erwin Stein. Berlin-Friedenau 1926, Deutscher Kommunal-Verlag. 664 S. m. zahlr. Abb. Preis 2 ℳ.

Das reich ausgestattete Buch behandelt die Zukunftsgaben der Viermillionenstadt auf allen Gebieten der ltischen Verwaltung. Die Herausgeber haben sich hierbei Mitarbeit hervorragender Fachleute gesichert. Besons hingewiesen sei hier auf die wichtigen Fragen der Siedg und des Wohnungswesens, wobei u. a. auch der Abr von Müll und Kehricht sowie der Entwässerung die ührende Beachtung zuteil geworden ist. Neben dem ltischen Verkehr mit seinen mannigfaltigen Aufgaben, en Lösung allerdings mehr eine Frage des Geldes als Technik ist, werden auch die städtischen Werke einend behandelt. Das Studium des Buches kann jedem enieur, der sich mit Fragen der kommunalen Technik er befaßt, nur empfohlen werden. [E 1161] Sd.

Wellen, die Schwingungen und die Naturkräfte. Von Max Möller. 2. bis 4. Teil, 2. Lfg.: Die elastische Welle owie Elektrizität und Magnetismus als Erscheinungsforen von Wellen und Schwingungen. Braunschweig 1927, riedr. Vieweg & Sohn. 268 S. m. 68 Abb. Preis 5 ℳ.

In der vorliegenden Arbeit berichtet der Verfasser über Anschauungen, die er sich während seiner langjährigen igkeit als Ingenieur über das Wesen der Wellenerscheigen in den verschiedenen Aggregatzuständen der erie gebildet hat. Er überträgt diese Anschauungen die Erscheinungen im Äther, also die elektromagschen und magnetischen Vorgänge, und gelangt so seiner Deutung von Erscheinungen, wie z. B. der statien Elektrizität, der Anziehung und Abstoßung, der Intion, des Gleichstromes u. a. Einen breiten Raum nimmt Behandlung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der llen ein, wobei auf ähnliche Beziehungen bei der Fortnzung in Gasen und Flüssigkeiten hingewiesen wird. Rückschlüsse hieraus auf die molekulare Spannung des ssers von 14 200 at und ihr Vergleich mit dem Luftk von 1 at sowie der Übergang von der Spang des Wassers auf die Elastizitätszahl des Wassers von 00 at durch Einführen des Verhältnisses $\varkappa$ der spezisen Wärmen zweiatomiger Gase sind nicht leicht verdlich. Bei dem Hinweis auf den bekannten Versuch Bjerknes mit Kugeln, die Volumenschwingungen im ser ausführen und dabei Anziehungs- oder Abstoßungsrte aufeinander ausüben, ist dem Verfasser ein Versehen rlaufen. Das Verständnis würde dem Leser erleichtert den sein, wenn der Verfasser seinen Anschauungen ner diejenigen gegenübergestellt hätte, die sich andre cher über den gleichen Gegenstand gebildet haben.
 1147] W. Schmidt

Sammlung Göschen. 102. Bd.: **Geodäsie** (Landesvermessung und Erdmessung). Von Gustav Förster. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 121 S. m. 33 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Aus der Feder von Prof. Reinhertz, Hannover, ging seinerzeit der Band Geodäsie in erster Bearbeitung hervor. Nach dem Tode des Verfasers hatte der Verlag dem Prof. Förster, Potsdam, die Besorgung einer weiteren Auflage übertragen. Die vorliegende Ausgabe hingegen ist eine völlige Neuarbeit. In die mathematischen Grundlagen, nebenher auch in die praktischen Verfahren einer Landesvermessung will der Verfasser in schlichten Darlegungen einführen. Ist dies Zweck und Inhalt des ersten Teiles, so behandelt der zweite das Aufgabenfeld der höheren Geodäsie, das vornehmlich die erreichbar scharfe Bestimmung der Erdgestalt umfaßt, wobei aber auch Fragen behandelt werden, die, wie die Ausgleichtiefe der Erdrinde, die Polschwankungen u. a. m. die Aufmerksamkeit der Gebildeten längst gefunden haben. Daß der Verfasser infolge ihm auferlegter Beschränkung des Umfanges die Eötvössche Drehwaage nicht — wenn auch nur kurz — besprechen konnte, ist wohl die einzige, nicht stark fühlbare Lücke in dem neuen Bändchen. [E 1158] Prof. Degner.

Sammlung Göschen, 75. Bd.: **Die graphischen Künste.** Von C. Kampmann. Neubearb. von E. Goldberg. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 138 S. m. zahlr. Abb. Preis 1,50 ℳ.

Das Werkchen gibt eine gute Einführung in die unendlich verzweigten Gebiete der Vervielfältigungsverfahren. Die leicht faßliche Art der Darstellung und die vielen schwarzen und mehrfarbigen Bildbeilagen machen das Werkchen allen denen besonders nützlich, die in irgendeiner Weise an der Herstellung von Büchern, Zeitschriften und Zeitungen als Nichtfachleute interessiert sind; dasselbe gilt auch für Bücher- und Kunstfreunde. Der Inhalt ist wie folgt gegliedert: Das Wesen der Vervielfältigungsverfahren, die drei Druckarten (Flach-, Hoch- und Tiefdruck), über die Ausführung der Zeichnung für die drei Druckarten, Anfang, Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Hochdruckes, Typographie, die Technik des Holzschnittes, Geschichte und Technik der Lithographie, der Tiefdruck und die verschiedenen Verfahren zur Herstellung der Druckplatten, die photomechanischen Wiedergabeverfahren.
[E 1187]

Deutsches Elektrizitätsrecht. Von Dr. A. Steinhauser und Ludwig Steinhauser. München, Berlin und Leipzig 1928, J. Schweitzer (Arthur Sellier). 150 S. Preis 7 ℳ.

Weder im Deutschen Reich noch in den Ländern gibt es ein zusammenfassendes Elektrizitätsrecht. Die geltenden Bestimmungen sind vielmehr in einzelnen Sondergesetzen des Reiches niedergelegt, z. B. über die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft, die elektrischen Maßeinheiten, das Telegraphenwesen, über die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit usw. Außerdem ist vieles in sonstigen Verwaltungs- und Vollzugsvorschriften der Reichs- und Landesregierungen zerstreut enthalten; so spielt das Wasserrecht, das Enteignungsrecht u. a. in der Elektrizitätswirtschaft oft eine wichtige Rolle. Grundlegend für viele Rechtsverhältnisse sind auch die Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Aus diesen Hinweisen auf die oft verzwickten Rechtsverhältnisse geht hervor, wie wichtig es ist, daß hier ein im Dienste der Münchener Elektrizitätswerke jahrzehntelang tätiger Verwaltungsjurist zusammen mit einem Ingenieur eine umfassende Übersicht über das geltende Recht aufgestellt hat. Dabei haben die Verfasser auch die Formen elektrischer Unternehmungen und die Zusammenschlüsse sowie die Einflüsse der Staaten und des Reiches in wirtschaftlicher Hinsicht berücksichtigt. [E 1204] K. M.

Das Recht der öffentlich angestellten und beeidigten Sachverständigen. Von Otto Zumbansen. Essen 1926, Weise & Co. 63 S. Preis 2,20 ℳ.

Der Verfasser hebt mit Recht seine Erfahrung hervor, daß Verbände und Verwaltungsstellen sowie Sachverständige sich über das Sachverständigenwesen, insbesondere über seine rechtlichen Beziehungen, im unklaren sind. Dem soll das Buch insofern abhelfen, als wenigstens die Verhältnisse der öffentlich angestellten und beeidigten Sachverständigen, soweit sie Handelskammern und ähnlichen Einrichtungen unterstehen, erschöpfend behandelt werden. Das ist hinsichtlich der rechtlichen Seite dem Verfasser in anerkennenswertem Maße gelungen. Wer sich mit dem Sachverständigenwesen befaßt oder selbst als Sachverständiger tätig ist, wird in dem kleinen Werk viel Belehrung finden. Dem Verfasser in seinem wirtschaftlichen Urteil zu folgen, mag dem Ingenieur bisweilen schwer fallen, z. B.

darin, daß die Anstellung — wohl verstanden nicht die Vereidigung — von Sachverständigen bei den Handelskammern auch auf solche Gebiete ausgedehnt werden sollte, in denen es sich nicht mehr um Warenerzeugnisse, sondern um Anlagen von Brücken, Straßen, Kraftwerken, Heizungen handelt. Eine solche abweichende Meinung sollte indessen den Techniker nicht hindern, von der Schrift mit Nutzen Kenntnis zu nehmen. [E 1124] Baer

Forschungsarbeiten a. d. Gebiete d. Ingenieurwesens, 297. H.: **Statische und dynamische Untersuchung von Mündungs-Dampfmengenmessern.** Von S. Kreuzer. Berlin 1928, VDI-Verlag. Preis 4,50 *M*, für VDI-Mitglieder 4 *M*.

Forschungsarbeiten a. d. Gebiete d. Ingenieurwesens, 298 H.: **Beitrag zur Mengenmessung strömenden Dampfes mittels Stauringen.** Von Walter Pflaum. Berlin 1928, VDI-Verlag. 41 S. m. 59 Abb. Preis 5 *M*, für VDI-Mitglieder 4,50 *M*.

Schaltbilder im Wärmekraftbetrieb. Von W. Stender. Berlin 1928, VDI-Verlag. 27 S. m. 91 Abb. Preis 1,80 *M*, für VDI-Mitglieder 1,60 *M*.

Die Eis- und Kälteerzeugungsmaschinen. Von Richard Stetefeld. 3. Aufl. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 418 S. m. 265 Abb. Preis 18,50 *M*.

Die Technik elektrischer Meßgeräte. Von Georg Keinath. 3. Aufl. 1. Bd. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 612 S. m. 561 Abb. Preis geb. 35 *M*.

Technische Selbstunterrichtsbriefe: **Theorie, Berechnung und Konstruktion der Gleichstrommaschine.** Von Dipl.-Ing. Pahl. Potsdam und Leipzig 1927, Bonness & Hachfeld. 8 Liefgn. zus. 206 S. m. 221 Abb. Preis 10,80 *M*.

Technische Selbstunterrichtsbriefe: **Die Wechselstrommaschinen.** 2. T.: Die Berechnung eines asynchronen Drehstrommotors. Von Ing. Mangels. Potsdam und Leipzig 1927, Bonness & Hachfeld. 31 S. m. 17 Abb. Preis 0,90 *M*.

Technische Selbstunterrichtsbriefe: **Schwachstromtechnik.** Von K. Miram und P. Schaefer. Neubearb. von G. Diederich. 12. Aufl. Potsdam und Leipzig 1927, Bonness & Hachfeld. 8 Liefgn. zus. 208 S. m. 299 Abb. Preis 7,20 *M*.

Deutsche Kraftfahrzeug-Typenschau. 2. Ausg. Omnibusse, Nutzkraftwagen, Zugmaschinen. Herausgeg. von C. W. Erich Meyer. Dresden 1927, Deutsche Motor-Zeitschrift. 112 S. m. Abb. Preis 2,30 *M*.

10 Jahre Deutscher Normen-Ausschuß. 1917 bis 1927. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 181 S. m. zahlr. Abb. Preis 2 *M*.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Veröffentlichu[ng] Nr. 3: **Akkumulatorenbatterien und Ladestationen f[ür] Elektrokleinfahrzeuge.** Herausgeg. vom Ausschuß f[ür] wirtschaftliches Förderwesen beim AWF. Berlin 19[27], Beuth-Verlag. 26 S. m. 15 Abb. Preis 0,75 *M*.

Der Stromverbrauch in Industrie und Landwirtschaft. V[on] M. Kühnert. Stuttgart 1927, Franckhsche Verlagsbu[ch]handlung. 107 S. Preis 11,50 *M*.

Die Welt im Querschnitt des Verkehrs. Von Wilh. Te[u]bert. Berlin-Grunewald 1928, Kurt Vowinckel. 513 [S.] m. 186 Abb. Preis 32 *M*.

Die Güterwagen der Deutschen Reichsbahn, ihre Bauart, [Her]stellung und Verwendung. Herausgeg. im Auftrage [des] Reichsbahnzentralamtes in Berlin. 3. Aufl. Berlin 19[28], VDI-Verlag. 30 S. m. 64 Abb. Preis 1 *M*, für VDI-M[it]glieder 0,90 *M*.

Kohlenentladung aus Eisenbahnwagen. Von Carl Weike. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 99 S. m. 34 Abb. u. 13 T[af.] Preis 3,50 *M*.

Deutscher Reichsbahn-Kalender 1928. Herausgeg. von [H.] Baumann. Leipzig 1928, Konkordia-Verlag. Preis 4 [M.]

Der Hafen von Hamburg. Von L. Wendemuth und Böttcher. Hamburg 1927, Meißner & Christians[en]. 240 S. m. 108 Abb. Preis 9 *M*.

Das Netz der Hauptkraftwagenstraßen in den Vereinig[ten] Staaten von Nordamerika. Von Ph. A. Rappapo[rt]. Charlottenburg 1927, Studiengesellschaft für Automob[il]straßenbau. 22 S. m. 8 Abb. Preis 1 *M*.

Modern Aircraft. Von Victor W. Pagé. New York 19[27], The Norman W. Henley Publishing Co. 855 S. m. 401 A[bb.] Preis 5 $.

50 Jahre Fernsprecher in Deutschland. 1877 bis 1927. V[on] E. Feyerabend. Berlin 1927, Herausgeg. vom Reic[hs]postministerium. 231 S. m. 132 Abb. Preis 6 *M*.

Grundwasserkunde. Von W. Koehne. Stuttgart 19[28], E. Schweizerbart. 291 S. m. 100 Abb. Preis 18 *M*.

Taschenbuch der Brennstoffwirtschaft und Feuerungstechn[ik] 1928. Von Hubert Hermanns. 3. Jg. Halle a. d. [S.] 1928, Wilhelm Knapp. 287 S. m. 137 Abb. Preis 6,50 [M.]

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Techn[ik]: **Tafeln über die mechanische Prüfung der Metalle.** Bea[rb.] von Walter Deutsch. Als Handschrift gedruckt. B[er]lin 1927, VDI-Verlag. Preis 2 *M*.

Das Gesetz der chemischen Massenwirkung. Von Rich[ard] Lorenz. Leipzig 1927, Leopold Voß. 176 S. m. 13 A[bb.] Preis 14,50 *M*.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Die 67ste Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

findet **Sonntag, den 10., und Montag, den 11. Juni 1928 in Essen,** statt.

Der Hauptversammlung geht eine Versammlung des Vorstandsrates am Sonnabend, dem 9. Juni, in Essen vo[raus].

Anträge, die in diesen Versammlungen zur Verhandlung kommen sollen, sind gemäß §§ 35, 37 und 46 [der] Satzung spätestens bis zum 10. März d. Js. schriftlich bei der Geschäftstelle einzureichen.

Die Tagesordnung wird rechtzeitig veröffentlicht werden.

Wendt
Vorsitzender des Vereines deutscher Ingenieure

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 72 SONNABEND, 25. FEBRUAR 1928 Nr. 8

Spanabhebende Werkzeugmaschinen

Von Hans Häneke und Walther Parey, Berlin

(Hierzu Bildblatt 5 bis 8)

Kennzeichen neuzeitlicher Werkzeugmaschinen sind: Hohe Leistungen mit hohen Schnittdrücken und Schnittgeschwindigkeiten Genauigkeit der Arbeit, starre Maschinenkörper, sorgfältig, fast allgemein mit gehärteten und geschliffenen Zahnrädern ausgeführte Getriebe, einfache Bedienung zur Verkürzung der Nebenzeiten, Einbau von Wälzlagern und kurze Wege vom Antrieb zum Werkstück oder Werkzeug, damit die Verluste gering werden, organischer Einbau der Schmier-, Kühl- und Schutzeinrichtungen. An ausgeführten Maschinen werden diese Merkmale erläutert.

Abb. 1
inker Spindelkasten und Reitstock der Doppeldrehbank der Kalker Maschinenfabrik, A.-G. (Kalmag), Köln-Kalk. 1250 mm Spitzenhöhe, 2 × 7500 mm Spitzenweite.

rundzüge der konstruktiven Entwicklung

chnittdruck und Arbeitsgeschwindigkeit sind die Größen, auf denen sich der Entwurf jeder Werkzeugmaschine aufbaut. Größe und Rich- des Schnittdrucks beeinflussen Form, Querschnitt Werkstoff des Maschinenkörpers und der druckauf-nenden Flächen; die Arbeitsgeschwindigkeiten beein-sen die Bauart der Bewegungsteile. Es ist wichtig, n Entwurf einer neuen oder beim Betrachten einer benen Maschine von diesen einfachsten Gesichts-kten aus den Aufbau der ganzen Maschine zu prüfen. Aufschluß über günstige und zulässige Schnittdrücke n Schnittgeschwindigkeiten gibt die Zerspanungs-re. Die Beschäftigung mit dieser Wissenschaft galt st dem Zweck, die günstigsten Verhältnisse für die nutzung im Betriebe vorhandener spanabhebender kzeugmaschinen zu finden. Es zeigt sich aber immer r, daß es notwendig und wichtig ist, auch beim Entwurf r Maschinen die Zerspanungslehre zu berücksich-gn. Dies gilt insbesondere für den Aufbau der Ge-be, die ermöglichen sollen, sich fein den günstigsten hittgeschwindigkeiten anzupassen; Drehzahlbereich n Stufensprung der Getriebe sind hiernach zu wählen. i Entwicklung in den letzten Jahren hat auch in dieser tung weitgehende Verbesserungen gebracht.

Die höhere Leistung, die heute allenthalben von den Werkzeugmaschinen verlangt wird, bedingt höhere Schnittdrücke, Arbeitsgeschwindigkeiten und Genauigkeiten. Da sich alle drei Forderungen nicht immer erfüllen lassen, muß man bei ausgesprochenen Schruppmaschinen die Spanleistung auch auf Kosten der Genauigkeit steigern, während man, wenn hohe Genauigkeit gefordert wird, nicht im gleichen Maße darauf zu sehen braucht, große Spanmengen zu erreichen. Die Entwicklung drängt dahin, möglichst wenig Werkstoff zu verspanen und dafür die Genauigkeit der Vorbearbeitung durch Gießen, Schmieden, Pressen o. ä. zu steigern. Besonders bei Schmiedestücken müssen die Toleranzen noch niedriger werden, als heute üblich ist; häufig läßt sich dadurch ein Zwischen-Arbeitsgang ersparen. Stellen, an denen kein genauer Sitz gefordert wird, können überhaupt roh bleiben. Die hohen Gesenkkosten lassen allerdings dieses „Fertigschmieden" nur bei Fertigung größerer Mengen zu.

Die Steigerung der Schnittdrücke bedingt zunächst einen kräftigen und starren Gesamtaufbau des Maschinenkörpers[1]). Auch bei voller Ausnutzung des Werkzeuges, beim Schneiden sehr starker Späne, dürfen Er-

[1]) Vergl. Krug, Die Starrheit der Werkzeugmaschinen. „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 169.

schütterungen oder Schwingungen nicht auftreten. Starrfräsmaschine, Bohrpresse, neue Zahnrad-Fräsmaschinen, verschiedene selbsttätige Revolverdrehbänke geben Beispiele, wie ein als starrer, allseitig geschlossener Rahmen ausgebildeter Maschinenkörper gesteigerte Schnittdrücke aufnehmen kann.

Die Gleitflächen, die die Schnittdrücke von verschiebbaren Werkzeug- oder Werkstückträgern auf den Körper übertragen, sind sehr reichlich zu bemessen, damit die Drücke auf die Flächeneinheit niedrig werden und kein Festklemmen eintritt. Der einfache Rechteckquerschnitt setzt sich bei Führungen immer mehr durch, auch an solchen Stellen, wo man früher glaubte, der genauen Führung wegen auf die dreiseitigen oder dachförmigen Prismen nicht verzichten zu können; wo es dagegen auf leichte Verschiebbarkeit ankommt, z. B. bei den Tischen von Hobel- und Schleifmaschinen und den Revolverschlitten von Revolverdrehbänken, behält man das Dreieckprisma bei.

Besonders die Vielstahlbänke zwingen dazu, der Ausbildung der Supportführungen und der Gleit- und Stützflächen größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die gesteigerten Belastungen der einzelnen Drehmeißel und die Vervielfachung der Werkzeuge ergeben so starke Gesamtdrücke, daß man bei den meisten Bauarten neben den Auflagerflächen auf dem Drehbankbett, die sehr breit und lang bemessen sind, besondre Abstützungen an den Seitenflächen des Maschinenkörpers zur Aufnahme der Drehmomente vorgesehen hat. Dem gleichen Zweck dienen Stützrollen an Schleifmaschinen, die beim Abnehmen starker Späne Durchbiegungen des Schleifrades und der Schleifwelle verhüten. Daß die Einspannung des Werkzeuges starr genug sein muß, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden; dagegen gibt ungenügend kräftige Befestigung des Arbeitsstückes mitunter zu Anständen Anlaß.

Die Steigerung des Schnittdrucks führt weiter zu höherer Motorleistung. Ein Motor von 30 PS auf einer Drehbank von 350 mm Spitzenhöhe ist heute kein vereinzelter Fall mehr. Der Einzelantrieb der Werkzeugmaschinen ist für Neueinrichtungen fast überall die Regel. Neben dem auf besonderem Bock angebrachten Normalmotor findet der Flanschmotor endlich die ihm gebührende häufigere Anwendung, wenn auch die Normung der Anschlußmaße noch nicht abgeschlossen ist.

Je nach verfügbarer Stromart und Spannung ergeben sich weitere Unterschiede in der Motorbauart, die Unterschiede der Anschlußmaße bedingen und der Austauschbarkeit der Motoren, die ihre Verwendung wesentlich vereinfachen würde, im Wege stehen. Am günstigsten sind Gleichstrommotoren, deren Drehzahl sich leicht regeln läßt, so daß das Getriebe einfach und übersichtlich wird. Da aber Gleichstrom nicht immer zur Verfügung steht, haben sich die polumschaltbaren Drehstrommotoren mit zwei Drehzahlen, die sich wie 1 : 2 verhalten, sehr stark eingeführt. Der Mehrpreis eines solchen Motors gegenüber einem Drehstrommotor mit einer einzigen Drehzahl ist jedoch erheblich, so daß man häufig das gleiche Ziel durch Einschaltung einer weiteren Räderstufe zu erreichen sucht.

Man hat gelernt, nicht nur mit höheren Schnittdrücken, sondern auch mit höheren Schnittgeschwindigkeiten zu arbeiten. Das bedingt besondre Sorgfalt bei der Ausbildung der Getriebe; Beschaffenheit der Zahnräder und Lagerung der Wellen sind daher den gesteigerten Drehzahlen anzupassen. Auch die Beanspruchungen der Getriebe sind in den letzten Jahren gestiegen. Es ist zur Regel geworden, alle schnellaufenden Räder, die größere Kräfte übertragen, zu härten. Neben der größeren Widerstandfähigkeit — z. B. wird das Schalten während des Ganges erst bei Verwendung gehärteter Räder möglich — erzielt man dadurch schmälere Räder, d. h. geringeren Platzbedarf für das Getriebe, und geringere Verluste, da besonders bei geschliffenen Zähnen die Genauigkeit des Eingriffes größer ist.

Darüber, ob man die Zahnräder schleifen soll, gehen die Ansichten noch auseinander. Vorteile des Schleifens sind der geräuschlose Gang und der geringere Kraftverlust, Nachteile der hohe Preis des Schleifens, ferner daß

Abb. 2
Werkzeugschlitten der Doppeldrehbank nach Abb. Deckel der Räderplatte abgenommen.

gerade die harte Außenhaut durch das Schleifen abge men wird. Voraussetzung für die Anwendung ungesc fener Räder ist, daß Härteverfahren und Werk das Verziehen beim Härten vermeiden lassen[2]). D Einlaufenlassen unter Belastung kann man Fehler Zahnform nur in sehr geringem Maße berichtigen; wichtigsten ist es, daß Fehler der Teilung innerhalb eng zu bemessender Grenzen bleiben.

Sorgfältiges Abrunden der Zahnkanten, wie es vom der Getriebe für Kraftfahrzeuge bekannt ist, erleic das Schalten; Sondermaschinen für diesen Zweck sind dem Markt. Die Lagerung der Getriebewellen auf W lagern: Kugellagern, Rollenlagern, vereinzelt auch Sch rollenlagern für stark belastete Wellen, hat große F schritte gemacht; besonders unter den Fräsmaschinen Drehbänken haben bei fast allen Neukonstruktionen Gleitlager den Wälzlagern weichen müssen. Etwas an liegen die Verhältnisse bei den eigentlichen Spindel rungen. Das Hauptlager der Drehspindel wird wohl noch als Gleitlager ausgeführt, da man die geforderte nauigkeit der Arbeit mit dem immer in gewissen Gre nachgiebigen Wälzlager heute noch nicht erreichen k zumal gerade bei der Drehbank sehr hohe Radialdr auftreten. Frässpindeln auf Schrägrollenlagern werde verschiedenen Stellen versucht; der Erfolg wird sich aussichtlich erst in einigen Jahren zeigen.

Mit der Einführung von Wälzlagern und von G ben aus gehärteten Rädern macht sich der Werkz maschinenbau Erfahrungen des Kraftfahrzeugbaues nutze. Wie im Kraftfahrzeugbau Bestrebungen vorha sind, einheitliche Getriebe für verschiedene Fahrzeug verwenden, so sollte man auch bei Werkzeugmasch versuchen, zu einer Vereinheitlichung der Get zu kommen; die Anforderungen in bezug auf die Stu der Getriebe und die zu übertragenden Kräfte wiederh sich bei vielen Maschinenarten. Zum mindesten sollte fordern, daß nicht jede Fabrik den Ehrgeiz hat, in i Werkstätten jeden kleinsten Einzelteil selbst herzuste

Für Zahnräder haben wir gut eingerichtete und stungsfähige Sonderfabriken, die den deutschen Werkz maschinenbau mit Zahnrädern und — eine gewisse einheitlichung vorausgesetzt — auch mit ganz einbau tigen Getrieben versehen könnten, und zwar zu Pre die unter den Selbstkosten der meisten Fabriken, die Z räder selbst herstellen, für Räder von gleicher Güte li dürften. Burckhardt & Weber, Reutlingen, bauen z. I ihre Kaltkreissägen ein Viergang-Lastwagengetriebe das von einer Zahnradfabrik als Einheitsgetriebe gelie wird; der Preis des Getriebes beträgt nur etwa 6 der für Eigenherstellung des gleichen Betriebes ber neten Selbstkosten, abgesehen davon, daß es infolge größeren Erfahrung der Zahnradfabrik genauer arbe

[2]) Vergl. S. 259 des vorliegenden Heftes.

Beim Entwurf des Getriebes soll man beachten, daß ets die Getriebeverluste möglichst niedrig bleiben. Der eg vom Antrieb zur Arbeitstelle soll kurz und gerade in; Kegelräder haben schlechtere Wirkungsgrade und llen nur verwendet werden, wo sie unvermeidlich sind.

Eine Vereinfachung des Getriebes, besonders bei solen Maschinen, die man selten auf andere Arbeitgeschwinkeiten umstellt, gestatten aufsteckbare Wechsel-.der. In den letzten Jahren hat man viele Bauarten n Maschinen entwickelt, die man an leicht zugänglicher lle mit auswechselbaren Rädern versehen hat, um hier sch die Geschwindigkeiten verändern zu können. Die triebe solcher Maschinen werden besonders einfach. enn die Wechselräder den Schnittdruck aufzunehmen ben, muß man die Welle, auf die man sie aufsteckt, d die Art der Befestigung genügend kräftig ausbilden. echselradscheren sind in diesen Fällen nicht angebracht, die Befestigung der Räder in der Schere nur für verltnismäßig geringe Kräfte ausreicht.

Besondre Beachtung finden Flüssigkeitsgeiebe, die eine rasche und stufenlose Regelung der Gewindigkeiten ermöglichen[3]). Am häufigsten verwendet n sie für die Antriebe der Tische von Schleifmaschinen d der Werkstücke bei Rundschleifmaschinen. Bei Drehnken, Bohrmaschinen und Schnellhoblern ist man diesen ispielen bisher nur zögernd gefolgt.

Den besonderen Vorteil der Flüssigkeitsgetriebe, die iche, stoßfreie und genau wirkende Umschaltung, sollte n sich hauptsächlich auch bei Gewindeschneidmaschinen tzbar machen; beim Schneiden von Sacklöchern dürfte Vorteile ergeben. Als Nachteil der Flüssigkeitsgetriebe rd ihr geringer Wirkungsgrad angeführt, der selten über bis 78 vH beträgt. Meist ist man sich aber auch nicht r darüber, welche Kräfte ein Rädergetriebe, z. B. im ndelstock einer Drehbank, verzehrt, wenn es belastet Fachleute sind der Ansicht, daß auch hier nur in snahmefällen mehr als 80 vH Wirkungsgrad erreicht rden. Klopstock[4]) stellte 1922 bei seinen Verchen einen Wirkungsgrad des Spindelstockes von 5 vH fest; neuere genaue Versuche sind nicht bekannt.

Die gesteigerten Anforderungen des Betriebes an die rkzeugmaschinen bedingen auch eine nach Möglichkeit en Versagen gesicherte Schmierung aller bewegten le und eine gute Kühlung des Werkzeuges. Die Schmierung der Maschine soll von der Aufmerksamkeit des bedienenden Arbeiters unabhängig sein. Diese Forderung hat dazu geführt, daß bei hochwertigen Maschinen Zentralschmierung eingebaut wird, die wenigstens alle wichtigen Lagerstellen versorgt[5]). Die Zahl der Schmierstellen, die die heute verfügbaren Zentralschmiereinrichtungen versorgen können, ist ziemlich gering; beim Entwurf neuer Einrichtungen wird man auf diesen Mangel Rücksicht nehmen müssen.

Zur Kühlung des Werkzeuges halten kräftige Pumpen die Schneidstelle dauernd unter einem starken Strom der Kühlflüssigkeit. Kräftige Kühlung des Werkzeuges verhütet nicht nur unzulässige Erwärmung von Werkzeug und Werkstück, sondern wirkt auch günstig auf die Schneideigenschaften des Werkzeuges[6]).

Bei allen neuen Entwürfen von Maschinen hat man mit Recht Wert darauf gelegt, die Bedienung einfach zu gestalten. Die Hebel werden sämtlich an einer Stelle zusammengelegt. Ausrückhebel werden so angebracht, daß der Arbeiter die Maschine von jeder Stelle aus stillsetzen kann. Bei elektrischem Antrieb wird Druckknopfsteuerung bevorzugt. Nicht nur die Rücksicht auf Verkürzung der Arbeitzeit, sondern in erster Linie auch die Rücksicht auf Schonung der Arbeiter führen zu solchen Vereinfachungen. Die Bedienungshebel sollen dabei leicht zu handhaben sein, die Schaltrichtung der ausgelösten Bewegung sinnfällig entsprechen.

Einfachheit, Leichtigkeit und Sinnfälligkeit der Bedienung sind dabei auch die beste Sicherung gegen Fehler und Unfälle. Daß dem Unfallschutz auch sonst viel Beachtung geschenkt wird, braucht kaum erwähnt zu werden. Die dem Unfallschutz dienenden Teile, insbesondere die Abdeckungen an Zahnrädern, dürfen nicht nachträglich an eine Maschine herange„klebt“, sondern sollen baulich mit ihr vereinigt sein; andernfalls hat der Arbeiter zu leicht das Empfinden, die nachträglich angebrachte Vorrichtung erschwere seine Arbeiten und gehöre eigentlich garnicht zur Maschine; die Folge ist, daß er die Schutzeinrichtung abnimmt.

Auch andre Teile einer Maschine, die nicht unmittelbar zum Spanabheben gehören, sollen nicht nachträglich hinzugefügt, sondern gleich beim Entwurf der Maschine berücksichtigt werden. Hierzu gehören besonders Kühl- und Schmierleitungen, elektrische Leitungen, Beleuchtungseinrichtungen u. ä. Die Forderung ist nicht allein aus Schönheitsgründen, sondern auch zur Sicherung der Zubehörteile vor frühzeitigem Schadhaftwerden zu erheben.

Die erhöhten Schnittleistungen der Werkzeugmaschinen schufen weiter eine Aufgabe, der früher kaum Bedeutung beigemessen wurde: auch für das Abbefördern der Späne sind mitunter besondere Vorrichtungen nötig. Wenn nur kurze Späne entstehen, wie beim Fräsen, verwendet man Bänder, die unter der Arbeitstelle laufen und die Späne auffangen. Bei schweren Maschinen, die starke und lange Späne erzeugen, muß so viel Raum vorhanden sein, daß die Späne abfließen und weggeschafft werden können.

Die erhöhten Arbeitsgeschwindigkeiten haben ferner die Verteilung der gesamten Herstellzeit eines Stückes auf Einrichten und eigentliches Bearbeiten sehr zu Ungunsten

Abb. 3
chnelldrehbank von Schieß-Defries, A.-G., Düsseldorf, für 400 mm Spitzenhöhe.

a Antriebmotor für 35 PS
b Schaltschrank für die Druckknopfsteuerung
c Handrad zur Drehzahlreglung
d Stromzeiger
e Eilmotor für den Werkzeugschlitten
f Druckknöpfe für den Eilmotor
g „ „ „ Hauptmotor
h Schaltung der Vorschübe
i Drehzahlzeiger für die Hauptspindel

[3]) Ritter, Die Grundlagen der hydraulischen Energie-Umformer. tzbach, Die Regelung bei stufenlosen Umformern, und Kühn, elbare Flüssigkeitsgetriebe, insbesondere der Enor-Trieb, „Maschinen-“, Sonderheft „Getriebe“, Berlin 1928.

[4]) „Die Untersuchung der Dreharbeit“, Berlin 1926.

[5]) Ludwig, Die Schmierung im Betriebe, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 323, und Weil, Neuzeitliche Schmiereinrichtungen an Werkzeugmaschinen, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 899.

[6]) Gottwein, Zur Kühlung und Schmierung der Schneidwerkzeuge „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 221.

Abb. 4
Spindelkasten der Einscheiben-Drehbank von Heidenreich & Harbeck, Hamburg, mit eingebauter Ölpumpe.

des Einrichtens verschoben, das häufig erheblich länger als das Bearbeiten dauert. Abhilfe bieten die Vorrichtungen. Dreh- und Schwenktische ermöglichen, besonders auf Bohrmaschinen und Fräsmaschinen, die Spannzeit mit der Arbeitzeit zusammenzulegen. Die Bewegungen des Werkstückes oder des Werkzeuges, während deren keine Arbeit geleistet wird, werden durch besondre Schnellantriebe beschleunigt, die mit Hilfe von Anschlägen eingeschaltet werden und das Werkzeug rasch über die nicht zu bearbeitenden Stellen hinwegführen; der langsamere Arbeitsgang setzt erst wieder an der zu bearbeitenden Stelle ein (Sprungvorschub). Auch der Rückgang wird beschleunigt. Für Einrichtbewegungen findet man immer häufiger besondre Antriebe, die gestatten, die Maschine bei geringem Kraftaufwand des Arbeiters einzustellen. Die Eilbewegungen sind nach Möglichkeit so entworfen, daß hierbei das Hauptgetriebe der Maschine außer Eingriff kommt.

Unter den Aufspannvorrichtungen, die zur Beschleunigung der Arbeit angewandt werden, verdienen Magnetspannplatten und Druckluft-Spannfutter besondre Erwähnung. Die Magnet-Spannplatten ergeben von allen Aufspannmitteln die kürzesten Aufspannzeiten, da man das Arbeitstück nur einfach aufzulegen braucht. In Verbindung mit Rundtisch, Magazin und Abstreifer machen sie, wenigstens bei verhältnismäßig einfachen Werkstücken, ein genaues, durchaus selbsttätiges Arbeiten mit einfachen Hilfsmitteln möglich. Ihre Anwendung beschränkt sich allerdings auf Arbeiten, bei denen keine Drücke parallel zur Aufspannfläche auftreten, also besonders für Arbeiten auf Flächenschleifmaschinen, zu deren fast unentbehrlicher Ausrüstung sie bereits gehören.

Die Verwendung von Druckluft als Spannmittel führt sich bei uns nur sehr langsam ein; Amerika und England haben sich dagegen die Vorteile dieses Mittels, besonders die Möglichkeit rasch einzuspannen und die Einfachheit von Bauart und Bedienung der Spannvorrichtungen zunutze gemacht. Druckluftfutter werden jetzt auch in Deutschland hergestellt und in Normalgröße für vorhandene Maschinen in den Handel gebracht[7]).

Neben der baulichen Durchbildung hängt der Wert einer Maschine von der Güte der Werkstattarbeit ab; die Ausführung der Entwürfe entscheidet, ob die Maschine wirklich etwas taugt. Trotz aller Bemühungen, die Zuverlässigkeit der Herstellung unabhängig vom Arbeiter zu sichern, bleibt der Wert der Fabrikerfahrung bestehen. Ein kennzeichnendes Beispiel bietet die in den letzten Jahren oft erörterte Frage, ob man die Führungen an Drehbänken, Fräsmaschinen usw. mittels Handarbeit schaben oder auf der Maschine schleifen soll. Wo geschulte Arbeiter dafür vorhanden waren, hat sich das Schleifen verhältnismäßig rasch eingeführt, nachdem die in der Bauart der Maschinen und der Wahl der Schleifscheiben liegenden Vorfragen erledigt waren. An andern Stellen kostete es dagegen erst sehr viel Geld und Mühe, bevor man eine Fläche einwandfrei und genügend genau schleifen lernte; häufig machte z. B. das nachträgliche Verziehen des Bettes infolge zu starker Erwärmung beim Schleifen Schwie[rig]keiten. Das Druckkugellager der Schleifspindel kon[nte] nicht verhindern, daß die Schleifscheibe leicht durchsac[kte] und geschliffene Flächen um vielleicht 0,01 bis 0,02 [mm] uneben wurden, wenn die Schleifscheibe (bei Bohrung[en], an den Rändern usw.) nicht auf dem vollen Umfange a[n]lag, der Gegendruck des Werkstückes also kleiner wu[rde]. Solche Schwierigkeiten führten an andren Stellen dazu, v[om] Schleifen ganz abzusehen und bei der Schabarbeit zu b[lei]ben, zumal man geschliffene Flächen nicht nachscha[ben] kann. Auch wo man genau im Winkel zueinander stehe[nde] Flächen braucht, z. B. den Winkel zwischen Bett- u[nd] Schlittenführung am Drehbanksupport, ist nach dem he[uti]gen Stande Schleifarbeit nicht zu empfehlen.

Für den ruhigen und gleichmäßigen Lauf der Masc[hi]nen ist es bei den gesteigerten Drehzahlen notwendig, [die] schwereren rasch umlaufenden Maschinenteile auszuwie[gen] und auszuwuchten. Dies gilt für Dreh- und Frässpind[eln] mit den aufgekeilten Rädern, ferner für Vorgelegewell[en], raschlaufende Getriebewellen usw., besonders aber für [die] Schleifwellen, die die schweren Scheiben tragen. Dem g[lei]chen Zweck dienen Schwungräder; man verwendet sie i[ns]besondre bei den Räderfräsmaschinen, damit auch bei st[ar]ken Spänen der Zahngrund glatt bleibt.

Für die Genauigkeit der Herstellung der Werkze[ug]maschinen gibt das von G. Schlesinger herausgegeb[ene] „Prüfbuch" eindeutige Zahlen, die wohl von der gesam[ten] deutschen Industrie — Herstellern und Verbrauchern [—] anerkannt und vielfach als Grundlage für Lieferbeding[un]gen benutzt werden. Dies Prüfbuch trägt dazu bei, [Er]örterungen zwischen Verkäufer und Käufer sachlich zu [er]halten. Allerdings bildet die dort vorgeschriebene Prüf[ung] der Herstellgenauigkeit der unbelasteten Maschine n[ur] einen Teil der technischen Lieferbedingungen; Prüfun[gen] der belasteten Maschine, die sich auf genaues Arbei[ten], Kraftbedarf und Belastungsfähigkeit erstrecken, müß[ten] sie ergänzen. Wenn sich hierfür auch kaum so eindeut[ige] Vorschriften mit Toleranzen aufstellen lassen wie für [die] unbelastete Maschine, so wäre es doch erwünscht, auf [d]em Wege der Gemeinschaftsarbeit zwischen Herstellern, V[er]brauchern und Wissenschaftlern einheitliche Richtlinien [für] die Durchführung solcher Prüfungen zu gewinnen.

Beispiele ausgeführter Bauarten

Drehbänke

Durch Leistung und Größe bemerkenswert ist e[ine] Doppeldrehbank der Kalker Maschinenfabrik, A.-G. (K[al]mag), Köln-Kalk, Abb. 1, für 1250 mm Spitzenhöhe u[nd] 2 × 7500 mm Spitzenweite. Die Maschine hat zwei Sp[in]delstöcke für je einen regelbaren Gleichstrommotor [von] 330 PS, zwei Reitstöcke mit aufgebauten Verschiebemoto[ren] von je 4 PS und vier Werkzeugschlitten, je zwei auf [der] Vorder- und auf der Rückseite. Die Deckel ihrer Rä[der]platten, Abb. 2, tragen nur die Bedienungshebel, so [daß] man nach Abheben des Deckels die Getriebe während [des] Ganges beobachten kann. Im Spindelkasten sind die schn[ell]laufenden Wellen auf Kugeln gelagert, die langsamer l[au]fenden Wellen, vor allem die Hauptspindel, in Gleitlag[ern] mit Ringschmierung. Die schnellaufenden Zahnräder s[ind] gehärtet und haben geschliffene Zahnflanken, das Pl[an]scheibenzahnrad hat Pfeilzähne. Für die Zahnräder [und] die zahlreichen Lagerstellen ist Zentralschmierung v[or]handen.

Das Maschinenbett hat fünf hart gegossene, [ge]schabte Laufflächen, die nach hinten abgestuft sind. Info[lge] dessen können die Werkzeugschlitten gut abgestützt wer[den] und man erreicht, daß die auf den tieferen Gleitfläc[hen] laufenden Reitstöcke die Bewegung der vorderen Schli[tten] nicht behindern. Für die Druckknopfsteuerung sind [am] Spindelkasten und an den vier Schlitten Knopfkästen [an]gebracht.

Bei 45 m/min Schnittgeschwindigkeit dreht die B[ank] Späne von 240 mm² Querschnitt in Stahl mit 50 bis 60 kg/m[m²] Festigkeit; diese Leistung kann zur Zeit noch nicht daue[rnd] erzielt werden, weil die verfügbaren Werkzeuge sie ni[cht] aushalten. Mit dieser Drehbank ist also die Firma bew[ußt] der Entwicklung der Werkzeuge vorausgeeilt, damit [...]

[7]) Forkardt, Druckluft als Spannmittel, „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) Heft 5.

Abb. 5
Getriebeschema des Spindelkastens, Abb. 4.
Drehzahlen der Arbeitspindel:

	Übersetzungen				Übersetzungen		
	1:1	1:4	1:16		1:1	1:4	1:16
$\frac{720\cdot 43\cdot 33}{53\cdot 51}=$	378	94,5	23,6	$\frac{720\cdot 28\cdot 33}{68\cdot 51}=$	192	48	12
$\frac{720\cdot 43\cdot 28}{53\cdot 55}=$	292	73	18,3	$\frac{720\cdot 28\cdot 28}{68\cdot 55}=$	148	37	9,3
$\frac{720\cdot 43\cdot 24}{53\cdot 60}=$	234	58,5	14,6	$\frac{720\cdot 28\cdot 24}{68\cdot 60}=$	118,5	29,6	7,42

Übersetzung

$$1:1=\frac{60}{60},\ 1:4=\frac{18}{72},\ 1:16=\frac{18\cdot 30\cdot 18}{45\cdot 48\cdot 72}.$$

schine, deren Abschreibung einen längeren Zeitraum be-
prucht, auch dann noch zeitgemäß bleibt, wenn im Laufe
Jahre die Werkzeuge wesentlich leistungsfähiger wer-
. Die Drehbank dient in erster Linie zum Schruppen
werer Schmiedestücke.

Bei Schrupparbeiten an Stahl von 50 bis 60 kg/mm²
tigkeit findet man auf Drehbänken von mittlerer Größe
nittgeschwindigkeiten bis 80 m/min. Für diese Leistun-
eignet sich die Schnelldrehbank von Schieß-Defries,
G., Düsseldorf, Abb. 3, auf der das Werkstück mit Dreh-
len zwischen 20 und 600 Uml./min angetrieben wird.
m Schlichten kann man Schnittgeschwindigkeiten bis
r 150 m/min erreichen. Die Antriebwellen, die Haupt-
ndel und die Reitstockspitze laufen in Wälzlagern. Auch
der Schnelldrehbank von H. Wohlenberg, Hannover,
cht das Werkstück bis zu 600 Uml./min; bei Stahl von
bis 60 kg/mm² Festigkeit und 80 m/min Schnittgeschwin-
keit werden Spanquerschnitte von 15 mm² er-
cht. Verschiedene Schnelldrehbänke dieser
ma werden neuerdings im Spindelkasten mit
nahme der Lager der Hauptspindel auch mit
gellagern versehen.

Hohe Umlaufzahlen der Hauptspindel findet
heute vielfach. Die neue Drehbank von
dwig Loewe & Co., A.-G., Berlin, hat zwölf
hzahlen zwischen 13 und 600 Uml./min, die
hbänke der Wotan-Werke, A.-G., Leipzig,
von Franz Braun, A.-G., Zerbst, haben als
hstdrehzahl der Hauptspindel 400 Uml./min;
e Drehzahlen werden nicht allein dadurch
ingt, daß sich die Geschwindigkeit der Bear-
ung von Stahl infolge der Schaffung leistungs-
iger Schneidmetalle gesteigert hat, sondern
ch dadurch, daß man hohe Schnittgeschwindig-
en für Leichtmetalle[8]) erreichen will.

Der Spindelkasten von Heidenreich & Har-
k, Hamburg, Abb. 4 und 5, ermöglicht, mittels
facher Hebelschaltung alle üblichen Ge-
de zu schneiden, ohne daß man Räder aus-

Abb. 6
Bettquerschnitt der Vielschnittdrehbank von Heidenreich & Harbeck. Zwei Schlitten arbeiten nebeneinander von der Vorderseite der Maschine aus auf das Werkstück.

Abb. 7
Bettquerschnitt der Doppeldrehbank von H. Wohlenberg, Komm.-Ges., Hannover, mit getrennten Führungen und zwei voneinander unabhängigen Schlitten vorn und hinten.

Abb. 8. Dreh-, Bohr- und Abstechmaschine von Alfred H. Schütte, Köln-Deutz.

8) Vergl. Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 479.

Abb. 9
Seitenansicht der Revolverdrehbank der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, A.-G. Der Bettquerschnitt ist für Revolverdrehbänke mit wagerecht gelagertem Revolverkopf kennzeichnend.

zuwechseln braucht. Auch mit dem Spindelkasten der Einscheiben-Drehbank der Wotan-Werke kann man 240 Gewinde ohne Wechselräder schneiden.

Die Vorschubbewegungen löst man bei Hochleistungsdrehbänken mit Hilfe von Anschlägen aus, die im allgemeinen auf 0,01 mm genau wirken. Daher kann man auch Endmaße unmittelbar als Anschläge benutzen. Statt der mehrfach üblichen Fallschnecke verwenden die Wotan-Werke ein Ausgleichgetriebe zum Auslösen.

Drehbare Stahlhalter mit mehreren Einspannstellen sind sehr viel im Gebrauch; zum mindesten richtet man die Werkzeugschlitten für den Aufbau drehbarer Stahlhalter ein. Der nächste Schritt führt zu den Vielstahlbänken, bei denen mehrere Stähle, oft auf mehreren Schlitten, gleichzeitig arbeiten. Die hohen Beanspruchungen dieser Maschinen bedingen besonders starke Bauart der Maschinenkörper und breite Führungsflächen.

Die Vielstahlbänke kann man nach ihrer Bauart in drei Gruppen teilen: Bänke, bei denen für das Längs- und das Plandrehen der gleiche Schlitten dient; ein oder mehrere Schlitten wirken, wie bei der gewöhnlichen Drehbank, von der Vorderseite der Maschine her auf das Werkstück (z. B. Vielschnittdrehbank von Heidenreich & Harbeck). Die zweite Gruppe bilden die Bänke, bei denen ein Bettschlitten zwei Werkzeugblöcke trägt; der eine Block arbeitet von vorn und dient zum Längsdrehen, der andre Werkzeugblock, der von hinten her wirkt, dient in der Regel zum Plandrehen; Längsdrehen und Plandrehen werden also nacheinander ausgeführt (z. B. Gebr. Heinemann, A.-G., St. Georgen). Bei der dritten Gruppe laufen der vordere und der hintere Schlitten auf getrennten Führungen, so daß sie unabhängig voneinander gleichzeitig arbeiten können (z. B. Doppeldrehbank von H. Wohlenberg, Vielstahlbänke von Ludwig Loewe & Co. und von Gebr. Heinemann).

Abb. 6 zeigt das Bett der Vielschnittbank von Heid- reich & Harbeck. Außer mehreren senkrechten Querrip ist eine schräge Versteifung vorhanden, die die Spä nach hinten abgleiten läßt. Die beiden Werkzeugschlit haben außer dem oberen Dreieckprisma eine Führung terhalb der Zugspindel. Der Bettquerschnitt der Dopp drehbank von Wohlenberg, Abb. 7, hat getrennte Führu gen für zwei voneinander unabhängige Schlitten.

Eine vereinigte Dreh-, Bohr- und Abstechmaschi Abb. 8, liefert Alfred H. Schütte, Köln-Deutz, in versch denen Größen für Stangen bis 300 mm Dmr., die man Revolverbänken nicht mehr bearbeiten kann. Die M schine ist ein Beispiel starrer Bauart. Das achtstuf Getriebe mit gehärteten und geschliffenen Chromnick Stahlrädern enthält nur Kugellager; die Hauptspindel lä in schweren Doppelkugellagern.

Revolverdrehbänke

Die Merkmale neuzeitlicher Drehbänke — starrer A bau, vielstufige Getriebe mit hochwertigen Zahnräde oder stufenlose Flüssigkeitsgetriebe und Vereinfachung ganzen Bedienung — findet man auch bei den Revolv drehbänken. Einen für Maschinen mit wagerech Revolverkopfachse kennzeichnenden Maschinenkörp Abb. 9, verwendet die Magdeburger Werkzeugmaschin fabrik A.-G. Das kräftige Bett hat in der Mitte e tiefe Rinne, die für den Durchgang der Werkzeuge Ra läßt. Die Achse des Revolverkopfes legt die Firma allen Maschinen mit selbsttätiger Schaltung des Revolv kopfes wagerecht quer zum Bett, weil dies einen gewis Schutz der Arbeiter gegen Verletzungen durch Werkze bietet.

Die Pittler-Revolverdrehbank mit wagerecht gelager Revolverkopf für 16 Werkzeuge, Abb. 10 (Bildbl. 5), ist merkenswert wegen des in Deutschland noch viel zu tenen Druckluftfutters, Abb. 11; dieses Futter wird mit eines Fußhebels betätigt, so daß der Arbeiter beim E setzen des Werkstückes beide Hände frei hat.

Bei der Revolverdrehbank von Gebr. Böhring Abb. 12, verdienen die Werkzeugausrüstung des Revolv kopfes und die trotz des großen Durchmessers der Hau spindel (129 mm l. W., 170 mm Außendurchmesser im v deren Lager) einfache und übersichtliche Anordnung Rädergetriebes für zwölf Spindeldrehzahlen, Abb. 13 u 14, Beachtung.

Plandrehbänke

Bei den Karusseldrehbänken, die vor allem für Bearbeitung ganzer Sätze gleicher Teile oder für bes ders schwere Stücke von großem Durchmesser bestim sind, liegt der Fortschritt namentlich in der einfache Bedienung, indem man sämtliche Bedienungshebel auf e Seite legt. Ein einfaches Verfahren zum Schalten unmittelbar gekuppelten Antriebmotors wendet die Fi Sondermann & Stier, A.-G., Chemnitz, an, indem sie von den Berufsgenossenschaften vorgeschriebenen Sch ring um die Planscheibe in der Umfangrichtung versch bar macht und zur Betätigung des Anlassers benutzt. den großen Karusseldrehbänken von Schieß-Defries, A. werden die wichtigsten Schalthebel an einem Schalt vereinigt, das auch die Linientafel der Schnittgeschwin keiten trägt. Drehbare Stahlhalter gehören schon gera Zeit zur regelmäßigen Ausrüstung der Karusseldrehbär

Für das Plandrehen einzelner Stücke dienen vielf noch Kopfdrehbänke, die z. B. die Maschinenfabrik Rave burg, A.-G., für Drehdurchmesser bis 4000 mm herst Das Einspannen der Werkstücke ist zwar schwieriger

Abb. 11
Längsschnitt durch den Druckl zylinder und das Zweibacken-Spa futter der Werkzeugmaschinenfal Pittler, A.-G., Leipzig-Wahren.

a Druckluftzylinder *c* Kolbenstange
b Kolben *d* Luftzuführkanäle
e Zuleitungen vom Fuß- oder Hand-Umsc ventil
f Verbindungsstange zum Spannfutter
g Futterflansch auf der Arbeitsspindel
h Übertragungshebel *i* Spannbacken
k Aufsetzbacken

Abb. 12
Revolverdrehbank mit 129 mm Spindelbohrung von Gebr. Böhringer, G. m. b. H., Göppingen.

bei der Karusselldrehbank, da die zu bearbeitende Fläche senkrecht steht und besonders bei schwereren Werkstücken Biegungsmomente der Hauptspindel hervorruft. Das geringe Gewicht dieser Drehbänke und ihr niedriger Preis sprechen aber besonders in Werkstätten mit, wo solche Plandreharbeiten nur vereinzelt vorkommen. Auch diese Maschinen hat man der allgemeinen Entwicklung angepaßt; sie haben neuerdings Einscheibenantrieb und Räderkasten mit 12 oder 18 Geschwindigkeiten.

Automaten

Das Bestreben nach höherer Leistung kommt hier in der Steigerung der zulässigen Spindeldrehzahlen zum Ausdruck. Die Index-Werke Hahn & Kolb, Eßlingen, und das Samsonwerk, Berlin, geben für ihre kleinen Revolverautomaten, die in den Grundzügen der Bauart miteinander übereinstimmen, für den Werkstoffdurchlaß von 10 mm bzw. 8 und 13 mm zulässige Spindeldrehzahlen von 5000 Uml./min an, Ludwig Loewe & Co. bei 14 mm Durchlaß 4700 Uml./min. Die Drehzahl von 5000 Uml./min entspricht bei 8 mm Drehdurchmesser einer Schnittgeschwindigkeit von 125 m/min, die heute Werkzeugen auch bei Bearbeitung von Stahl zugemutet werden kann. Bedingung sind äußerst sorgfältige Lagerung auf Kugeln und Rollen, Druckschmierung und gute Auswuchtung der umlaufenden Teile.

Abb. 15 zeigt die Anordnung der Getriebe des Index-Automaten, die sich im wesentlichen auch bei der kleinen Maschine wiederholen; statt der Kette treibt ein Riemen die Arbeitspindel der kleinen Maschine. Die Gewindeschneideinrichtung kann bei so hohen Leistungen nur im Überholen schneiden, d. h. ihre Spindel

Abb. 13 (oben)
Schnitt *A—B*

Abb. 14
Die übereinanderliegenden Wellen sind nebeneinander gezeichnet, damit die Eingriffe der Zahnräder sichtbar sind.

die eingeschriebenen Zahlen bedeuten Zähnezahlen

Abb. 13 und 14
Einscheiben-Spindelkasten der Revolverdrehbank, Abb. 12.
Zwölf Drehzahlen der Hauptspindel von 9,9 bis 262 Uml./min bei 600 Uml./min der Riemenscheibe.

Abb. 15
Schnitt durch das Getriebe des Index-Automaten von Hahn & Kolb, Eßlingen a. N., für 42 mm Werkstoffdurchlaß.

muß die im gleichen Drehsinn laufende Werkstückspindel überholen, also mit größerer Drehzahl laufen und, sobald die gewünschte Gewindelänge erzielt ist, durch Abbremsen zum Stillstand und infolge der ununterbrochenen Linksdrehung der Werkstückspindel zum Ablaufen gebracht werden. Die Bohr- und Gewindeschneidspindel wird daher für 7000 Uml./min gebaut und auf Kugeln gelagert.

Bei der Maschine in Abb. 15 beachte man auch, daß der Hauptantrieb mit dem Getriebekasten im Ständer untergebracht ist und nach Abnehmen der Verschlußplatte an der Stirnseite der Maschine mühelos ausgebaut und auf eigens hierzu vorgesehenen Rollen ausgefahren werden kann, eine große Erleichterung bei Ausbesserungen. Die Erzeugnisse dieser Firma zeichnen sich durch sorgfältige Werkstattarbeit und Genauigkeit der Herstellung aus; hinzu kommt die Sorgfalt, mit der die Werkstoffe ausgewählt und behandelt werden. Die laufenden Teile bestehen aus Chromnickelstahl und sind gehärtet und geschliffen; wo Härtung nicht am Platz ist, verwendet man hochlegierten Stahl von 90 kg/mm² Festigkeit. Die Leistungen der Maschinen sind demnach in bezug auf Güte und Menge auch nach jahrelangem Gebrauch sehr gut, so daß die Maschine trotz ihres hohen Preises auch in Amerika wettbewerbfähig ist. Beim Loewe-Automaten haben die Zahnräder für den Antrieb der Arbeitspindel Schrägverzahnung.

Von Einspindelautomaten für schwerere Arbeiten ist besonders der Revolverautomat von Böhringer, Abb. 16 (Bildbl. 5) und 17, zu nennen, dessen Leistungsfähigkeit bedeutend erhöht worden ist. Die Maschine ist mit allen Zubehörteilen wie Kühlölleitung, Schmierleitungen, Beleuchtung usw. zu einem einheitlichen Ganzen durchgebildet. Ständer, Werkstückspannung und Werkzeughalter sind so kräftig bemessen, daß man, wie auf Vielstahlbänken, mit mehreren Stählen gleichzeitig arbeiten kann. Die Werkzeugträger auf dem vierkantigen, um die wagerechte Achse schwenkbaren Revolverkopf lassen rückwärts herausschieben; das erleichtert das Umste auf andere Arbeiten, da man die Werkzeugträger für stimmte Arbeiten vorbereiten kann. Eine Nabe aus P stahl, Abb. 17, wird in 14 min innen und außen bearbe

V i e l s p i n d e l a u t o m a t e n gewinnen in den ten Jahren in Deutschland steigende Beachtung. Ob es natürlich falsch wäre, anzunehmen, daß ein Viersp automat viermal, ein Sechsspindelautomat sechsmal wie ein Einspindelautomat leistet — die Ausnutzung trägt niemals an allen Spindeln 100 vH, sondern durch den längsten Einzelarbeitsgang bestimmt —, s sich die Vielspindelautomaten doch in der Massenferti durch, da die Maschineneinheit mehr ausbringt und

Abb. 17.
Anordnung der Werkzeuge für die Bearbeitung einer Nabe auf dem Böhringer-Automaten, Abb. 16.

Häneke und Parey: Spanabhebende Werkzeugmaschinen

Abb. 10. Revolverdrehbank der Werkzeugmaschinenfabrik Pittler, A.-G., Leipzig-Wahren, mit wagerechtem Revolverkopf für 16 Werkzeuge.

a Druckluftzylinder
b Druckluftspannfutter
c Umschaltventil
d Fußhebel
e Druckluftzuführung
f Druckluftleitungen

Abb. 16
Rückansicht des Einspindel-Revolverautomaten von Gebr. Böhringer, G. m. b. H., Göppingen i. Wttbg. Der Revolverkopf ist zweifach gelagert.

Abb. 18
Vierspindliger Stangen-Revolverautomat von Gildemeister & Co., A.-G., Bielefeld, mit Einscheibenantrieb und für 40 mm Werkstoffdurchlaß.

Abb. 19
Halbselbsttätige Gewindeschneidemaschine von Alfred H. Schütte, Köln-Deutz.

Häneke und Parey: Spanabhebende Werkzeugmaschinen

Abb. 20
Längs- und Querhobelmaschine von Billeter & Klunz, A.-G., Aschersleben, mit besonderem Frässchlitten.

a Fräs- und Bohrschlitten
b Hobelschlitten zum Längs- und Querhobeln
c Umsteuerbarer Hauptmotor
d Fräsmotor
e Druckknopfkasten (an beiden Ständern)

Abb. 21
Abstützung des Querbalkens bei schweren Hobelmaschinen von H. A. Waldrich, G. m. b. H., Siegen.

Abb. 25
Räumen von Büchsen mit schraubenförmigen Nuten in zwei Arbeitsgängen.

Abb. 22
Stößelantrieb des Schnellhoblers der Wotan-Werke, A.-G., Leipzig.

Abb. 24
Räummaschine von Alfred H. Schütte, Köln-Deutz. Antrieb des Räumnadelschlittens mittels Zahnstange.

Häneke und Parey: Spanabhebende Werkzeugmaschinen

Abb. 28
Gelenkspindel-Bohrmaschine von Burkhardt & Weber, Reutlingen.

Abb. 29. Antrieb der Bohrspindeln. Die Hauptspindel treibt zwei Doppelstirnräder; das rechte ist sichtbar. Durch Auswechseln von Umsteckrädern können die Bohrspindeln mit zwei Drehzahlen laufen.

Abb. 30. Vorschubräderkasten der Bohrmaschine, Abb. 28. Rechts Trommel mit Anschlägen zum Schalten des Eil- und Bohrvorschubes und des Rücklaufes.

Zu Abb. 34
- *a* Motor zum Festklemmen der Säule
- *b* Schneckengetriebe
- *c* Klemmring
- *d* selbsttätiger Endschalter für Motor *a*
- *e* Klemmhebel für den Ausleger
- *f* Verbindungsstange zum oberen Klemmhebel
- *g* Hebel für „Auf" und „Ab"

Zu Abb. 33
- *a* Schalter für den Klemmmotor
- *b* Klemmhebel für den Bohrschlitten
- *c* Handkreuz zum plötzlichen Ein- oder Ausschalten des Vorschubes
- *d* Handkreuz für die Bewegung der Bohrspindel „Auf" oder „Ab"
- *e* Selbsttätige Ausschaltung des Vorschubes
- *f* Klemmgriff für die Skalenscheibe
- *g* Einstellung der Vorschubgeschwindigkeit
- *h* Schalthebel für den Vorschub
- *i, k* Schalthebel für die Bohrspindeldrehzahlen
- *l* Schalthebel für das Vorschubvorgelege
- *m* Ölbehälter
- *n* Regel- und Wende-Anlasser

Abb. 33
Bohrschlitten der Auslegerbohrmaschine von Hermann Kolb, Köln-Ehrenfeld, mit senkrechtem Antriebmotor.

Abb. 34. Elektrische Festklemmung der Säule der Auslegerbohrmaschine von H. Kolb.

Häneke und Parey: Spanabhebende Werkzeugmaschinen

Abb. 62
Zahnrad-Stoßmaschine der Maschinenfabrik Lorenz, A.-G., Ettlingen i. Baden, für Stirnräder bis 200 mm Dmr., 40 mm Breite, Modul 4.

Abb. 65
Räderfräsautomat für Stirnräder, Keilwellen und Schnecken von Hermann Pfauter, Chemnitz.

Abb. 70 (rechts)
Zahnflanken-Schleifmaschine von J. E. Reinecker, A.-G., Chemnitz, für Schnecken bis zu 250 mm Dmr. und 500 mm Länge.

Abb. 66
Zahnrad-Fräsmaschine der Maschinenfabrik Lorenz, A.-G., Ettlingen i. Baden, für Stirnräder bis 4 m Dmr. Die Maschine kann nach dem Abwälz- und dem Teilverfahren arbeiten. Die Vorschubbewegung macht der Ständer.

Abb. 23
Schnitt durch den Antrieb des Schnellhoblers des Samsonwerkes mittels Flanschmotors, der weit in den Ständer hineingezogen ist.

hl der notwendigen Arbeiter, auf die Einheit des Aus-ingens bezogen, geringer ist. Bei den schweren Bau-en, die Alfred H. Schütte und Gildemeister & Co., A.-G., b. 18[8a]) liefern, ist besonderer Wert auf das Abführen r großen Spanmengen gelegt, damit sie die Werkzeuge und triebeinrichtungen nicht stören. Verwendet man solche aschinen als Halbautomaten für Futterarbeiten, so läßt n vorteilhaft nur drei Spindeln arbeiten, so daß man vierte Stelle zum Aus- und Einspannen verwenden kann d die Spannzeit in die Laufzeit der Maschine fällt.

Außer Vierspindelmaschinen baut Pittler einen Fünf-indel-Revolverautomaten; Gildemeister zeigte auf der rjährigen Messe einen Sechsspindelautomaten, eine andre chsspindlige Maschine baut Alfred H. Schütte. Die chfrage nach diesen Maschinen ist heute noch gering, ch werden sich auch die deutschen Betriebe die ameri-nischen Erfahrungen mit Vielspindelmaschinen zunutze chen und sie häufiger anwenden; allerdings hängt dies ch von der Höhe der Löhne ab.

Eine Sondermaschine, einen Halbautomaten zum neiden von Gewinden, zeigt Abb. 19. Gegenüber der itspindel-Drehbank bietet die sehr kräftig gebaute Ma-ine größere Leistung, gegenüber der Gewindefräs-schine die höhere Genauigkeit. Insbesondere rufen die m Schruppen auf der Fräsmaschine ausgelösten Span-ngen Längenänderungen hervor, die bei langen Gewin-n das zulässige Maß überschreiten können. Die Schneid-hle sind an einer Leitspindel geführt; Gewindesteigung d Spindelgeschwindigkeit werden mit Hilfe von Auf-ckrädern verändert, so daß der Hauptantrieb sehr ein-h und kräftig sein kann.

Alle beschriebenen Automaten und Halbautomaten wer-n mittels Einscheibe oder von einem eingebauten Motor getrieben. Der Antrieb von Hauptspindel, Steuerwelle, windeschneideinrichtung usw. durch mehrere Riemen n Vorgelege aus ist heute überholt; die Übersichtlich-it der Maschine hat dadurch gewonnen. Der Spindel-trieb wird vom Hauptantrieb mittels Zahnketten, bei einen sehr schnell laufenden Maschinen auch mittels Rie-ns abgeleitet; die Spindel wird vom Riemen- oder Ketten-g entlastet. Mit am wichtigsten bei Automaten ist das Be-ägen und die Wirksamkeit der Kupplungen; insbesondre den Gewindeschneideinrichtungen müssen sie augen-cklich wirken, wenn die Gewindelänge genau werden l. Bei den heutigen Spindelgeschwindigkeiten tauchen er vielleicht die Hauptschwierigkeiten auf, da die mei-n Reibkupplungen nicht rasch genug wirken. Bei Auto-aten, die in der Regel ununterbrochen laufen, verdient rner die Frage der Abnutzung besondre Aufmerksamkeit. e Abnutzung beeinträchtigt sofort die Genauigkeit der beit und setzt damit den Wert der Maschine herab. s rechtfertigt die große Sorgfalt, die man auf die Aus-wahl und Behandlung der Werkstoffe legt.

[8a]) Abb. 18 und 19 s. Bildbl. 5.

Hobel- und Stoßmaschinen

Bei den Hobelmaschinen sind die Grenzen für die Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit durch die Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Massen und durch die Empfindlichkeit der Werkzeug-Hartmetalle gegen Stöße enger gezogen als bei den übrigen Werkzeugmaschinen. Deshalb geht die Entwicklung der Hobelmaschinen vor allem dahin, an Einrichtzeiten zu sparen. Daß alle Bedienungsgriffe auf einer Seite der Maschine liegen, trifft man schon allgemein an. Daneben findet man Maschinen, die das Umspannen des Werkstückes überflüssig machen. Ein Beispiel hierfür bietet die Hobelmaschine von Billeter & Klunz, A.-G., Abb. 20 (Bildblatt 6), auf der man längs oder mit einem Hobelschlitten quer hobeln kann; außerdem trägt sie am Querbalken einen Fräs- und Bohrschlitten mit besondrem Motor. Zum Quervorschub dient eine Spindel im Querbalken, den Längsvorschub übernimmt der auf Vorschubgang geschaltete Tisch, dessen Zahnstange Pfeilzähne hat; den Antrieb besorgt ein umsteuerbarer Gleichstrommotor mit Druckknopfsteuerung. Mit Frässchlitten am Querbalken lassen sich auch die Maschinen von Ernst Krause & Co., A.-G., (Brunewerk), Köln-Ehrenfeld, ausrüsten; bei diesen wird der Antrieb der Frässpindel vom Hauptmotor abgeleitet.

Für schwere Schrupphobelarbeiten hat die Maschinenfabrik H. A. Waldrich, G. m. b. H., Siegen, eine neue, starre Führung des Querbalkens geschaffen, indem sie auch an den Innenseiten der beiden Ständer Führungsleisten angebracht hat, gegen die sich der Querbalken abstützen kann, Abb. 21[8b]). Für kurzhubige Einständer-Hobelmaschinen bis rd. 1000 mm Hub hat Blell, Zeulenroda i. Thür., eine sehr kräftige Bauart ausgebildet.

Bei den Schnellhoblern (Shapingmaschinen) findet man Hubzahlen von 100 bis 120 in der Minute bei rd. 500 mm Hub; damit dürfte die Grenze der Schnittgeschwindigkeit erreicht sein, die man heute den Schneidwerkzeugen bei stoßender Beanspruchung zumuten darf. Den hohen Geschwindigkeiten entsprechend muß auch der Antrieb kräftig und dabei leicht sein. Beim Stößelantrieb des Schnellhoblers der Wotan-Werke, A.-G., Abb. 22, wird das durch günstige Form und kräftige Verrippung erreicht. Damit die Stößelführung starr wird, läßt man neuerdings den Wellendurchlaß unter dem Stößel weg und nutet die Wellen, indem man sie seitlich einspannt und den Stahlhalter schräg stellt; der Vorschub schaltet auch bei schräggestelltem Stößel selbsttätig vor.

Auf der Werkstoffschau Berlin 1927 war ein Leichtmetallstößel für einen Schnellhobler ausgestellt; die Verwendung von Leichtmetallen kann hier ein Weg sein, die Massenkräfte leichter zu beherrschen. Die Firma Lange & Geilen, Halle a. d. S., baut ihre Schnellhobler auch mit Druckölgetriebe, Bauart Sturm. Dadurch erreicht man stufenlose Reglung der Hubzahl und Dämpfung des Stoßes beim Anschnitt, so daß Maschine und Werkzeug geschont werden. Diese Stoßdämpfung beim Anschnitt eröffnet vielleicht eine Aussicht, auch spröde Hartmetalle für Hobelarbeit verwenden zu können.

Abb. 23 zeigt den elektrischen Antrieb eines Schnellhoblers des Samsonwerkes, Berlin, der weit in den Ständer hineingezogene Motor verstärkt den Eindruck der geschlossenen und kräftigen Bauart.

Obwohl die Stoßmaschinen an Bedeutung eingebüßt haben, ist doch ihre Entwicklung mit den übrigen Werkzeugmaschinen mitgegangen. Die Stoßmaschinen der Maschinenfabrik Ravensburg, A.-G., haben für den Geschwindigkeitswechsel vier- oder sechsstufige Getriebe mit gehärteten und geschliffenen Chromnickel-Stahlrädern. Zum Antrieb dienen Flanschmotor, unmittelbar gekuppelter normaler Elektromotor oder Einscheibe; eine eingebaute Bremse ermöglicht schnelles Stillsetzen. Sondermann & Stier, A.-G., Chemnitz, bauen ihre Stoßmaschinen neuerdings ohne Gegengewicht für den Stößel. Mit neuzeitlichen Stoßmaschinen lassen sich Hubzahlen von rd. 90 bis 100 in der Minute erreichen, also ungefähr ebensoviel wie mit Schnellhoblern.

[8b]) Abb. 21 und 22 s. Bildbl. 6.

Abb. 26
Büchsen-Aufspannvorrichtung der Räummaschine Abb. 25 (Bildblatt 6).

a Werkstück
b Führungsmutter
c Spannmutter
d Kugeldrucklager
e Rollenlager
f Zentrierung
g Planscheibe
h Maschinenkörper
i Stift zur Kupplung des Werkstückes *a* mit der Führungsmutter *b*
k Räumnadel

Räummaschinen

Die Räummaschinen dienen nicht nur zum Bearbeiten von Löchern und Nuten verschiedener Form, sondern auch für die Außenbearbeitung, z. B. von Keilwellen. Voraussetzung für ihre Wirtschaftlichkeit ist, daß die Räumnadel dem Werkstück und dem Werkstoff entspricht, weil jede Lücke zwischen den Schneidzähnen Raum für die vom zugehörigen Zahn geschnittene Spanmenge bieten muß. Bei der Räummaschine von Alfred H. Schütte, Abb. 24[9]), wird der Räumnadelschlitten mittels Zahnstange angetrieben. Beim Räumen von Büchsen mit schraubenförmigen Nuten, Abb. 25, braucht man zwei Züge mit zwei verschiedenen Räumnadeln. Das gebohrte Werkstück wird in einer Vorrichtung, Abb. 26, eingespannt; diese dreht wegen der verhältnismäßig schwachen Steigung der Nuten (45 °) das Werkstück zwangläufig mittels einer Führungsmutter, die in die Nuten der Räumnadel eingreift. Beim zweiten Zug ist — ebenso wie bei steilen Steigungen — keine zwangläufige Drehung erforderlich, wenn nur die Aufspannvorrichtung so leicht drehbar ist, daß das Werkstück der Nadel folgen kann.

In Amerika bevorzugt man für den Antrieb der Räummaschinen Flüssigkeitsgetriebe, deren weicheres Arbeiten Betriebsvorteile ergeben soll.

Bohrmaschinen

Bei den Bohrmaschinen hat die Vergrößerung der Schnittleistung kräftige Ausführung der Ständer und der Lagerstellen und höhere Spindelumlaufzahlen mit sich gebracht. Diese wieder bedingen sorgfältigen Bau der Lager, die heute fast ausnahmslos als Wälzlager ausgeführt werden, Abb. 27.

Für Leichtmetall baut Loewe eine Schnellbohrmaschine mit 12 000 Uml./min bei 5 mm Bohrdurchmesser[9a]); Gebr. Reinhold, Gera-Lusan, erreichen 10 000 Uml./min, die Wesselmann-Bohrer-Co., Gera-Zwötz 12 000 Uml./min bei einer Maschine für Bohrer bis 8 m Dmr. Das ergibt Schnittgeschwindigkeiten von 200 b 300 m/min. Auch bei größeren Lochdurchmessern suc man diese Geschwindigkeiten zu erreichen; Alfr H. Schütte läßt an einer Leichtmetall-Bohrmaschi Bohrer von 20 mm Dmr. mit 3650 Uml./min (230 m/mi laufen.

Da infolge der hohen Schnittgeschwindigkeiten d Arbeitzeiten sehr kurz werden, gewinnen die Einric zeiten an Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit. Selbs tätigen Vorschub und Eilrücklauf nach dem Erreich der eingestellten Bohrtiefe haben daher fast alle Masch nen; zum Teil schließt sich auch der neue Vorschub a den Rücklauf von selbst an, wodurch sich ein fest Arbeitstakt ergibt. Die Spannzeiten legt man in d Arbeitzeiten, indem man die Tische drehbar macht, daß an einer Vorrichtung aus- und eingespannt, an d andern gleichzeitig gebohrt wird. Bei einigen Maschin dreht sich der Tisch während des Spindelrücklaufes selbs tätig; Loewe verwendet dabei eine Spannvorrichtung, d sich mit der Drehung des Tisches von selbst öffnet u schließt, so daß der Arbeiter die Werkstücke nur abz nehmen und einzulegen hat.

M e h r s p i n d e l - B o h r m a s c h i n e n, Abb. bis 32 (s. a. Bildbl. 7), haben sich weiter eingeführt. Au selbsttätigem Vorschub und Eilrücklauf findet man hi häufig einen Eilvorschub, der eingeschaltet bleibt, b sich die Werkzeuge dem Werkstück auf kurze Entfernu genähert haben; dann wird selbsttätig auf Bohrvorsch umgeschaltet. Habersang & Zinzen, G. m. b. H., Düss dorf, verwenden für den Vo schub neuerdings ein Ölgetric bei dem sich die Geschwindi keiten leicht schalten und rege lassen. Bei der neuesten dies Maschinen sind alle Lager, au

[9]) Abb. 24 u. 25 s. Bildbl. 6.
[9a]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1759.

Abb. 27
Bohrspindelantrieb mit 16 Geschwindigkeiten und Kugellagerung aller Wellen; Alfred H. Schütte.

Abb. 31
Hauptspindelantrieb der Gelenkspindel-Bohrmaschine von Burkhardt & Weber, Reutlingen, Abb. 28.

Abb. 32
Vorschubantrieb der Gelenkspindel-Bohrmaschine, Abb. 28.

der Bohrspindeln, Wälz-
r. Auch die Wanderer-
ke, A.-G., Chemnitz, brin-
eine Mehrspindel-Bohr-
hine auf den Markt, die
bisher nur für den eige-
Betrieb gebaut hatten.
Maschine wird mit festem
h oder mit Drehtisch für
: 6 Teilstellungen ausge-
t.

e meisten neuzeitlichen
maschinen, ein- und
spindlige, schneiden auch
ade mit verminderter
rdrehzahl und lang-
rem Vorschub, je nach
Steigung. Die mehrspind-
Maschinen sind zum
so eingerichtet, daß
e Spindeln bohren, wäh-
die andern gleichzeitig
nde schneiden.

e Auslegerbohr-
chinen (Radialbohr-
hinen) fast aller Herstel-
haben äußerlich große
ichkeit miteinander, weil
in Deutschland allgemein
Antrieb der Bohrspindel
ı Motor mit senkrechter
: bevorzugt, Abb. 33[9b]),
egensatz zum Ausland, wo man vielfach Motoren mit
rechter Welle auf dem verlängerten Ausleger hinter
Säule findet. Die deutsche Ausführung mit unmittel-
gekuppeltem Motor vereinfacht die Kraftübertragung,
llem vermeidet sie lange, zu Verdrehungen neigende
ragungswellen. Besonders weitgehend hat die Firma
er, Münstereifel, den Kraftweg bei ihrem räderlosen
elkasten für Bohrlöcher bis zu 35 mm Dmr. verein-
Der im Verhältnis von 1 : 3 regelbare Motor ist un-
bar mit der Bohrspindel
pelt, die sich beim Vor-
in der hohlen Motor-
verschiebt.

r das Festklemmen des
schlittens hat die Rabo-
aschinenfabrik, Berlin-
gwalde, eine neue An-
ung. Im allgemeinen wird
Schlitten nur rückwärts
die Führung am Aus-
gedrückt; bei der neuen
rt hebt man dagegen den
ten zunächst etwas an,
r fest an der unteren
ung liegt, und klemmt
dann fest. Dadurch
idet man, daß sich
Schlitten beim Bohren
t.

Bestreben, die wichtig-
Griffe am Standort des
iters zu vereinigen, führt
die Säule mittels eines
Bohrschlitten aus gesteu-
Motors festzuklemmen.
der Ausführung von H.
Köln-Ehrenfeld, Abb. 34,
ein Getriebe mittels End-
ers den Motor still, so-
die Klemmstellung er-
ist; bei der von Franz
a, A.-G., Zerbst, dient
ein Überstromschalter.

[9b] Abb. 33 u. 34 s. Bildbl. 7.

Abb. 35
Wagerecht-Bohr- und Fräswerk von Karl Wetzel, Gera-R.

a Handrad zum Regel- und Wendeanlasser
b Hebel zum Umschaltgetriebe
c Handrad für das Vorschubvorgelege
d Handrad für die Umschaltschiebräder
e Richtungswechsel der Vorschübe und Eilgänge
f Axiale Schnellverschiebung der Bohrspindel mit der Hand
g Selbsttätige Ausrückung der axialen Bohrspindelverschiebung

Ein Beispiel eines neuen Wagerecht-Bohr- und Fräswerkes mit Flanschmotor zeigt Abb. 35. die wichtigsten Bedienungsgriffe kann der Arbeiter erreichen, ohne sich zu bücken. Beim Bohr- und Fräswerk von Collet & Engelhard, Abb. 36 und 37, ermöglicht der Spindelstock, die Fräs- und Bohrvorschübe auf eine Umdrehung der Bohrspindel oder auf 1 min zu beziehen; man kann also die Drehzahl der Bohrspindel ändern, ohne daß sich auch der Vorschub in der Zeiteinheit ändert.

Abb. 36
Spindelschlitten des Wagerecht-Bohr- und Fräswerkes von Collet & Engelhard, A.-G., Offenbach a. M., Deckel abgenommen.

Abb. 37
Getriebeplan des Bohrspi delschlittens zum Wag recht-Bohr- und Fräswer
Abb. 36.
Die Fräs- und Bohrvo schübe können sowohl a eine Umdrehung der Boh spindel als auch auf 1 m bezogen werden.

die eingeschriebenen Zahlen bedeuten Zähnezahlen

RZ1050Z37

Fräsmaschinen

Die Fräsmaschine steht für die Flächenbearbeitung in Wettbewerb mit der Hobel- und der Stoßmaschine; ihr Vorteil ist die ununterbrochene Arbeitsbewegung, während bei der Hobelmaschine jedem Arbeitsweg ein ebenso großer Rücklaufweg ohne Nutzarbeit gegenübersteht. Vorteil der Hobelmaschine ist hauptsächlich die größere Genauigkeit; beim Fräsen können leichter infolge starker örtlicher Erwärmung Spannungen im Werkstoff ausgelöst werden, die nachher ein Verziehen hervorrufen; besonders bei langen schmalen Flächen (Führungsbahnen) ist hiermit zu rechnen. Reichliche Kühlung und zweckmäßige Form der einzelnen Schneiden des Fräsers können dem entgegenwirken. Die Werkstatterfahrung mit dem einen oder andern Verfahren — auch das Schleifen tritt neuerdings in diesen Wettbewerb ein — gibt oft den Ausschlag für die besten Ergebnisse bezüglich Arbeitzeit und Genauigkeit.

Für die starre Ausbildung des Gesamtaufbaues der Wagerecht-Fräsmaschinen (Einfach- und Allgemein-Fräsmaschinen) hat die Starrfräsmaschinenfabrik Rorschach bahnbrechend gewirkt. Abb. 38 und 39 zeigen, wie man die Beanspruchungen des Fräsdornes auf die Grundplatte der Maschine ableitet. Die Stütze für den Aufspanntisch ist unter Verlängerung der Grundplatte weit nach vorn gestellt; das bedeutet zwar heblich mehr Gewicht, ermöglicht aber schwerere Schn und schnelleres Arbeiten.

Den Antrieb bildet eine Einriemenscheibe mit R kupplung oder ein eingebauter Motor; Bauart und triebe der Fräsmaschine bleiben bei beiden Arten Antriebs unverändert; zwischen Motor und Hauptw ist meist ein Räderpaar eingeschaltet, das die Drehz des Motors, der aus Preis- und Gewichtsgründen m lichst schnell laufen soll, auf die der Hauptwelle herun setzt. Der Flanschmotor findet auch bei schwereren

RZ1050Z40a

Abb. 40. Spindellagerung einer amerikanischen Frä maschine in Doppel-Schrägrollenlagern.

Abb. 38
[...]llgemein-Fräsmaschine mit Einscheibenantrieb der Wotan-Werke, A.-G., Leipzig.

[...]nen häufigere Verwendung. Das Getriebe, das in der [...]el 12 bis 16 Spindelgeschwindigkeiten für etwa 12 bis [...]Uml./min — bei Motoren mit Polumschaltung die [...]pelte Anzahl — ergibt, ist bei hochwertigen Maschinen [...]schließlich auf Kugeln gelagert; der kleine im Ständer [...]ügbare Raum und die hohe Drehzahl zwingen dazu, [...]ärtete Räder mit geschliffenen Zähnen zu verwenden.

Die Frässpindel lagern einige Firmen, wie die Mam[...]-Werke, Nürnberg, und die Wanderer-Werke, auf [...]ägrollenlagern. Es ist bemerkenswert, daß man diesen [...]rdnungen gerade auch bei besonders schweren Ma[...]nen (Mammut) begegnet. Aus Amerika liegen bereits [...]rjährige günstige Betriebserfahrungen mit dieser [...]dellagerung vor, für die Abb. 40 ein Beispiel zeigt.

Abb. 42
Senkrecht-Fräsmaschine von Droop & Rein, Bielefeld, mit Senkrechtvorschub der Frässpindel; Spindeldurchmesser im unteren Lager 75 mm.

Zur Beschleunigung der Fräsarbeit dienen Eilgänge für den Tischrücklauf und Sprungvorschübe. Zum Halbautomaten ist die Fräsmaschine von Fritz Werner, A.-G., Berlin, ausgebildet; den Arbeitstisch steuert eine Kurventrommel, die dem Tisch langsamen Arbeitsgang und schnellen Rücklauf gibt; in Verbindung mit geeigneten Teilvorrichtungen eignet sich die Maschine besonders für die Massenfertigung feinmechanischer Teile[10]).

[10]) Vergl. „Maschinenbau", Bd. 6 (1927), S. 387.

Abb. 39
[...]agerecht-Fräsmaschine der Wanderer-Werke, A.-G., Chemnitz, mit eingebautem Motor.

Abb. 41
Doppelspindlige Planfräsmaschine mit drei Motoren für die Bearbeitung von Leichtmetall; Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin.

Abb. 43
Schnittplatten-Fräsmaschine der Maschinenfabrik Ravensburg, A.-G., von oben gesehen.

Die Planfräsmaschinen unterscheiden sich von den vorbeschriebenen Maschinen in der Hauptsache dadurch, daß man nicht den Aufspanntisch, sondern den Spindelstock senkrecht verstellt; man kann dann einen längeren, unter der Frässpindel durchlaufenden Tisch verwenden, der besonders für die Massenfertigung vorteilhaft ist, da man viele Werkstücke hintereinander aufspannen und durchlaufen lassen kann; die Maschinen werden mit einer, zwei oder mehr Arbeitspindeln ausgeführt und eignen sich besonders auch für die Leichtmetallbearbeitung.

Bei der Zweispindelmaschine von Ludw. Loewe & Co., A.-G., Abb. 41, hat jede Frässpindel ihren eigenen Flanschmotor von 6 PS; ein dritter Flanschmotor von 6 PS treibt den Vorschub. Bemerkenswert ist der Schalthebel, mit dem man durch Schwenkung in vier Richtungen Vorschübe oder Schnellgang des Tisches nach links oder rechts einstellen kann. Die in entsprechenden Vorrichtungen aufgespannten Werkstücke werden mit üblichem Vorschub an den Fräsern vorbeigeführt; am Ende des Hubes schaltet ein Anschlag den Tisch auf selbsttätigen Eilrücklauf (3,6 m/min) um; an der Ausgangstelle bleibt der Tisch stehen, um neu beschickt zu werden. Durch besondre Anschläge kann man auch beim Vorlauf nicht zu bearbeitende Stellen mittels des Sprungvorschubes überbrücken.

Wenn in derselben Aufspannung geschruppt und geschlichtet werden soll, so kann man durch Umlegen eines Handhebels die Geschwindigkeit um rd. 50 vH erhöhen. Beim selbsttätigen Einschalten des Eilrücklaufs wird auch die Frässpindel stillgesetzt, damit die Fräser nicht nachschneiden; in der Ausgangstellung setzt dann ein Anschlag die Frässpindel selbsttätig wieder in Gang. Daß die Spindeldrehzahlen und Vorschübe durch Wechselräder geändert werden, ermöglicht, die Maschine einfach und übersichtlich aufzubauen.

Aus dieser Bauart hat sich eine Fülle von Sondermaschinen für den Kraftfahrzeugbau, die Feinmechanik, für Eisenbahnwerkstätten usw., besonders auch für die Leichtmetallbearbeitung entwickelt, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Für die Senkrecht-Fräsmaschinen gilt im wesentlichen das gleiche wie für die Einfach- und Allgemein-Fräsmaschinen. Zum Aufspannen verwendet man in der Massenfertigung mit Vorteil den Rundtisch, zum

Abb. 44
Schnitt durch den Antrieb der Schnittplatten-Fräsmaschine, Abb. 43, mit senkrechtem Motor.

Antrieb den Senkrechtmotor oben auf der Maschine, Kegelräder entbehrlich macht, z. B. Müller & Mont Leipzig; der Kraftweg wird dabei sehr kurz und einfa Bei schwereren Maschinen treibt man den Tisch mit eines besondern Motors.

Bei der Senkrecht-Fräsmaschine von Droop & R Bielefeld, Abb. 42, nimmt ein Kreuztisch das Werkst auf; der Spindelstock ist wagerecht verschiebbar, zwar parallel zur vordern Prismenfläche selbsttätig, se recht dazu mit der Hand. Senkrechtverschiebung k nur der Frässpindel erteilt werden, die im Spindelst

Abb. 45
Gesenkfräsmaschine von Curd Nube, Offenbach a. M., mit je einer senkrecht von oben, senkrecht von unten und wagerecht vom Ständer her arbeitenden Frässpindel; Antrieb durch Flanschmotor.

Abb. 46
Schleifmaschine mit wagerechter Schleifwelle; Schleifrad-Dmr. 900 mm, Tischbewegung mittels Öldruckgetriebes. Diskus-Werke, A.-G., Frankfurt a. M.

a Abrichtwerkzeug
b Rollen- und Kugellagerung
c Vorrichtung zum Auswuchten während des Betriebes
d Stützrolle
e Öldruckzylinder u. Kolben
f Steuergehäuse
g Einstellvorrichtung für den Winkel zwischen Arbeitstück und Schleifrad

Abb. 48
Diskus-Flächenschleifmaschine mit senkrechter Schleifspindel, 900 mm Schleifrad-Dmr., Tischbewegung durch Drucköl-Kolbentrieb.

verschiebbar ist; die Spindel wird vom Handrad aus mittels Kegel- und Stirnräderübersetzung vorgeschoben.

Für die Herstellung von Schnitten, Gesenken, Ziehwerkzeugen usw. baut man besondre Maschinen, deren Frässpindeln von unten her arbeiten. Sehr kräftig ist die Schnittplatten-Fräsmaschine der Maschinenfabrik Ravensburg, A.-G., Abb. 43 und 44. Die dreispindlige Fräsmaschine von Curd Nube, Offenbach a. M., Abb. 45, ist mit Flanschmotor ausgerüstet. Die untere Spindel dient zum Ausfräsen von Schnitten, Ziehwerkzeugen und andern Durchbrechungen; mit der zweiten Spindel fräst man von oben her Preßformen und Gesenke aus, kann aber auch sonstige Senkrechtfräsarbeiten damit ausführen; die dritte Spindel arbeitet wagerecht vom Ständer her. Je nach der Art der Arbeit läßt man eine, zwei oder drei Spindeln gleichzeitig laufen.

Abb. 47
Stützrolle für das Schleifrad. Diskus-Werke, A.-G.

Abb. 49
Spindellagerung und Antrieb der Flächenschleifmaschine, Abb. 48.

Abb. 50
[D]iskus-Schleifrad von 900 mm Dmr. mit aufgesetzten runden Schleifkörpern.

Abb. 51
Sonderschleifmaschine mit Zusatzeinrichtung zum Schleifen der Stangenköpfe von Pleuelstangen. Schmirgelwerk Dr. Rudolf Schönherr, Chemnitz-Furth.

Schleifmaschinen

Das Schleifen ist diejenige Art der Metallbearbeitung, bei der wohl noch die meisten Aufgaben zu lösen sind. Hemmend für die Erkenntnis wirken besonders die Schwierigkeiten, die der Beurteilung der Schleifscheibe entgegenstehen. Größe, Form und Härte des Kornes, Art und Härte der Bindung, Abnutzung der Scheibe, sodann die im Betrieb auftretenden Fragen stellen eine Fülle von Aufgaben, deren Lösung die wirtschaftliche Schleiftechnik verlangt, die aber noch Jahre, vielleicht Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird[11]).

Für neuzeitliche Schleifmaschinen wendet man heute mehr und mehr Flüssigkeitsgetriebe für die Werkstückbewegung an, sowohl beim Hin- und Herbewegen des Tisches an Flächen-, Rund- und Innenschleifmaschinen, als auch beim Werkstückumlauf an Rundschleifmaschinen. Der Ersatz der Zahnräder durch stufenlose Flüssigkeitsgetriebe ermöglicht, die Geschwindigkeit der Werkstückbewegung den Anforderungen von Werkstoff, Schleifscheibe und Art der Bearbeitung (Schruppen oder Schlichten) anzupassen und verhindert auch das Auftreten der unerwünschten Rattermarken. Der Tischantrieb einer Schleifmaschine mit wagerechter Welle der Diskus-Werke, A.-G., Frankfurt a. M., Abb. 46, läßt Wirkungsweise und Steuerung eines Druckölgetriebes erkennen. Für die Werkstückdrehung und Tischbewegung verwenden die Fortuna-Werke, Stuttgart, den Enor-Trieb[11a]), der eine stufenlose Reglung der Drehzahl zwischen 10 und 450 Uml./min zuläßt.

[11]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1109.
[11a]) Vergl. Anm. [3]) S. 231.

Beim Flächenschleifen gewinnt der Schrup schliff Beachtung, wobei rohe Gußstücke ohne vorhe gehendes Hobeln oder Fräsen geschliffen werden. D Maschinen hierfür müssen besonders kräftig gebaut sei die Schleifräder haben bis 900 mm Dmr. Meist haben d Maschinen wagerechte Schleifwellen, Abb. 46. Um d starken Schleifdrücke aufzunehmen, bringen die Disku Werke Stützrollen an, Abb. 47, die die Lager entlast und Verbiegungen der Schleifräder und ihrer Wellen b großer Spanzustellung verhindern; infolgedessen zeichn sich auch der Anschnitt am Werkstück nicht ab.

Wo die Form des Werkstückes das Aufspannen m senkrecht stehender Schleiffläche verbietet, verwendet m Maschinen mit senkrechter Schleifwelle. Diese sind äh lich den Langhobelmaschinen mit Doppelständern und d zwischen durchlaufendem Tisch gebaut, z. B. von Fried Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach a. M., oder als Stände maschinen ähnlich den Senkrecht-Fräsmaschinen, Abb. und 49; die Schleifscheiben haben ebenfalls bis 900 m Durchmesser.

Der Schleifkörper besteht bei so großen Maßen nic aus einem Stück, sondern ist aus Segmenten oder kreisf migen Scheiben, Abb. 50, zusammengesetzt[12]). Der Mo sitzt bei solchen Maschinen entweder unmittelbar auf d Schleifwelle — die Firma Friedr. Schmaltz verwend hierfür ihren Lauer-Schmaltz-Motor mit Außenläufer oder auf dem Ständer, damit Erschütterungen und Schwi gungen von der Schleifwelle ferngehalten werden; diesem Fall treibt der Motor die Schleifscheibe üb Riemen an, vergl. Abb. 48 und 49.

Eine Sondermaschine mit Zusatzeinrichtung zu Schleifen der Pleuelstangenköpfe für Lokomotiven u Dampfmaschinen hat das Schmirgelwerk Dr. Rud Schönherr entworfen, Abb. 51. Der rechts neben d Mittelständer befindliche Sonderständer, der fest mit d Bett verschraubt ist, nimmt nur die Einrichtung zu Innenausschleifen der Treibstangengehäuse und kleiner Gabelflächen auf. Die leicht auswechselbare Schleifv richtung besteht aus Aluminium.

[12]) Vergl. Krug, Über Schleifräder „Maschinenbau", Bd. 6 (1927) S.

Abb. 52 und 53
Flächenschleifmaschine des Samson-Werkes, Berlin, mit Rundtisch.

Schnitt A-B

Schnitt C-D

Abb. 54 bis 56
Schleifspindel mit Planetengetriebe für Zylinderschleifmaschinen von Friedr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach a. M.

Erklärung zu Abb. 54 bis 56

a Hauptkörper des Spindelstockes
b äußere Hauptspindel mit exzentrischer Bohrung für die mittlere Spindel *c*
c mittlere Spindel, in *b* gelagert, nimmt in exzentrischer Bohrung die Schleifspindel *d* auf
d Schleifspindel, läuft in *c*
e geschlossene Lagerbüchsen für die äußere Spindel *b*, außen kegelig und nachstellbar
f untere Lagerbüchse für die Schleifspindel *d*, außen kegelig und nachstellbar
g Doppelantriebscheibe der Schleifspindel, leicht auswechselbar gegen größere oder kleinere, je nach erforderlicher Umlaufzahl
h Zahnstange für den Selbstgang des Spindelstockes
i Schneckengehäuse mit Ausrückvorrichtung
k Antriebscheibe für die Planetendrehung
l Ausrückhebel „ „ „
m Schneckenrad „ „ „
n Handrad zur Feineinstellung der Exzentrizität
o Schnecke für Einstellung der Exzentrizität

Flächenschleifmaschinen zum Genauschleifen kleinerer Flächen hat Karl Jung, Berlin, zu hoher Vollkommenheit entwickelt; auch er verwendet das Flüssigkeitsgetriebe für den Vorschub. Die Entwicklung drängt auch hier auf das Auswechseln der Werkstücke während des Ganges. Dem kommt man bei der neuen Flächenschleifmaschine mit Rundtisch des Samson-Werkes, ...ern, Abb. 52 und 53, entgegen. Der Spindelkasten dient lediglich der Span-Zustellbewegung, während der Rundtisch sich drehen und hin und her bewegen kann. Die Drehbewegung des Rundtisches wird von der unteren Räderplatte mittels Gelenkwelle über Stirnräder mit schrägen Zähnen abgeleitet; der Rundtisch ruht auf einem Führungsschlitten.

Beim Rundschleifen hat man in den letzten Jahren zwei Verfahren zu hoher Leistungsfähigkeit entwickelt: das spitzenlose Schleifen und das Einstechschleifen. Beim spitzenlosen Schleifen entfällt das Einspannen ganz, dagegen entspricht die Genauigkeit nicht immer den höchsten Anforderungen, da sogenannte „unrunde Gleichdicke"[13]) entstehen können. Besonders Bolzen mit mehreren Lagerstellen spitzenlos genau achsengleich zu schleifen, ist fast unmöglich.

Beim Einstechschleifen braucht man die Werkstücke nicht wiederholt durch die Maschine laufen lassen, sondern kommt mit einer Aufspannung aus. Die Einstechschleifmaschinen von Loewe und Naxos-Union, Frankfurt a. M., arbeiten mit Schleifrädern von 400 bis 500 mm Dmr. und 200 bis 225 mm Breite. Neuere Bestrebungen zielen auf Verwendung größerer Schleifräder, die neben größerer Schleifkraft auch den Vorteil längerer Lebensdauer bringen. Da die arbeitende Fläche erheblich größer wird, sinkt die Beanspruchung der einzelnen Schleifkörner, so daß das

[13]) „Gleichdicke" sind Flächen oder Körper, bei denen der Abstand paralleler Tangenten gleich ist; z. B. kann ein Bogendreieck ein „Gleichdick" sein. Mit der Rachenlehre und anderen Dickenmessern kann man nur die gleichen Abstände paralleler Tangenten, aber nicht die Rundheit feststellen. Vergl. Berndt, Die Prüfung von Gleichdicken, „Maschinenbau" Bd. 4 (1925) S. 567 und Kirner, „Dicke" und „Rundheit", „Maschinenbau" Bd. 1 (1922) S. 463 [627].

Abb. 57
Räderfräsautomat von Hermann Pfauter, Chemnitz; für Stirnräder bis 300 mm Dmr. und Modul 4.

Abb. 60

Abb. 61

Abb. 58 bis 61
Getriebe
des Räderfräsautomaten, Abb. 57.

a Öltopf der Zentralschmierung
b Keilwelle
c Zugspindel
d niedrigste Lage der Fräsermitte
e Motor für Schnellrücklauf
f Gegengewicht für die Gegenspitze
g verstellbare Gegenspitze
h Wechseldorn
i Spänekasten
k Hauptmotor
l Wellen für Teilwechselräder
m Kühlflüssigkeitspumpe
n Vorschubantrieb
o Schwungscheibe mit Innenverzahnung (Abb. 60)
p Fräserdrehzahl-Reglung
q Tischbewegung (Abb. 61)
r Nachstellung

Abrichten seltener nötig wird. Die kurze seitliche Hin- und Herbewegung zum Vermeiden von Schleifriefen im Werkstück und Erzielen gleichmäßiger Abnutzung der Schleifscheibe erhält in der Regel die Schleifscheibe. Da die größten Kräfte in der Maschine zum Schleifscheibenantrieb dienen, ist auf die Ausbildung der Führungen besondere Sorgfalt zu legen. Wenn es gelänge, die Hin- und Herbewegung dem Tisch zu erteilen, wäre eine kräftigere Lagerung und Abstützung der Schleifscheibe möglich, die der Schleifarbeit zugute käme.

Von Innenschleifmaschinen sei auf die Maschine mit Planschleifeinrichtung der Wotan-Werke hingewiesen. Tisch und Werkstück haben Antrieb mit Flüssigkeitsgetriebe; durch selbsttätige Meßeinrichtungen ist der Übergang zum Halbautomaten vollzogen[14]).

Wenn dem Arbeitstück keine Drehbewegung erteilt werden kann, verwendet man zum Innenausschleifen Schleifspindeln mit Planetengetriebe, Abb. 54 bis 56. Die Planetenbewegung wird durch Übereinanderlagern zw[ei] exzentrischer Bewegungen erzeugt. — Das Ziehschl[eifen] (honing), insbesondere für Zylinder von Kraftfahr[zeug-] Motoren, hat weitere Verbreitung gefunden; So[nder-] maschinen hierfür bauen Mayer & Schmidt, O[ffen-] bach a. M., die sich um die Entwicklung und Anwen[dung] des Verfahrens sehr bemüht haben. Auf das Werk[zeug-] schleifen mit seinen Sondermaschinen für Fräser, Bo[hrer,] Drehstähle, Messerköpfe, Sägen usw. kann hier nur [hin-] gewiesen werden.

Zahnräder-Herstellung[15])

Stirnräder bis etwa 300 mm Dmr. für die Getrieb[e von] Kraftwagen, Werkzeugmaschinen u. ä. stellt man [haupt-] sächlich auf drei Maschinenarten her: Abwälz-[...]

[14]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 820.

[15]) Vergl. Kutzbach, Grundlagen und neuere Fortschri[tte der] Zahnraderzeugung, Berlin 1925, VDI-Verlag.

die Zahlen bedeuten die Anzahl der Zähne

Abb. 63
Getriebeplan der Zahnrad-Stoßmaschine von Lorenz, Abb. 62.

Vorschubwechselräder
Kurve für den Tischrückzug
Wechselräder für die Verstellung der Hubzahl
Gewicht;
Mitnehmerklinke
f Teilwechselräder
g Vorschubkurve
h feste Zahnstange im Schlitten
i oberes Teilrad
k unteres Teilrad
l Hubverstellung
m Hubscheibe
n Verstellung der Hubhöhe
o Feineinstellung
p Handverstellung
q Stößel
r Schneidrad

Abb. 64
Stößelantrieb der [Zah]nrad-Stoßmaschine, Abb. 62.

[a Sc]hneidrad
[b St]ößel mit runder Zahn[sta]nge
[c Sch]ubelstange
[d Vi]erkant zur Hubänderung [du]rch Änderung des Kur[be]lhubes
[e Üb]ertragung des Kurbel[hu]bes auf den Stößel mittels [Za]hnbogens

...chinen (Pfauter), Abwälz-Stoßmaschinen mit Schneid-... (Fellows), und Stoßmaschinen mit Zahnstange ...ag)[16]). Für das Abwälz-Fräsverfahren[17]) ...cht die größere Spanleistung des stetig arbeitenden ...sers, während das Stoßverfahren genauere Zahnform ...bt. Infolgedessen ist man in manchen Werkstätten, ...viele genaue Stirnräder herzustellen sind, dazu über...gegangen, den Abwälz-Fräsmaschinen die Schrupparbeit, und den Abwälz-Stoßmaschinen die Schlichtarbeit zuzuteilen; man nimmt also das doppelte Aufspannen mit in den Kauf. Für Stufenräder, die man nicht durchfräsen kann, scheidet die Abwälzfräsmaschine natürlich aus; anderseits kommen ihre Vorteile besonders zur Geltung, wenn man viele gleiche Räder auf einen Dorn spannen und in einem Arbeitsgang fräsen kann.

Die Räderfräsmaschinen der Maschinenfabrik Hermann Pfauter, Chemnitz, Abb. 57 bis 61, zeichnen sich durch die starre Verbindung von Bett, Ständer und Gegenhalter und die Formgebung der Einzelteile aus; sie arbeiten auch bei hoher Beanspruchung ohne Erschütterung. Um besonders beim Anschneiden des Fräsers und bei hartem Werkstoff Stöße auszugleichen, hat man den Innenzahnkranz im Antrieb der Frässpindel als Schwungrad ausgebildet; ein zweites Schwungrad trägt die Antriebwelle der Frässpindel. Zum Ändern der Fräserdrehzahlen, was verhältnismäßig selten vorkommt, dienen Umsteckräder.

Außer dem Hauptmotor ist ein besondrer Motor für die Schnellverstellung des Frässchlittens vorhanden, der den Frässchlitten nach vollendetem Schnitt selbsttätig in die Ausganglage zurückbringt. Die Kühlpumpe fördert rd. 30 l/min. Die Späne fallen in einen leicht herausnehmbaren Kasten im Bettinnern. Der Gegenhalter mit verstellbaren Spitzen des Auslegerarmes gestattet, außer der üblichen Aufspannung auf festem Dorn, Wechseldorne zu benutzen, so daß man während des Fräsens die nächste Radgruppe auf den Wechseldorn spannen kann. Zur Versorgung der meisten Schmierstellen hat man eine Zentralschmiereinrichtung eingebaut.

Von den Räderstoßmaschinen verlangt man heute bis zu 700 Doppelhübe in der Minute; das bedingt sorgfältige Auswahl aller Werkstoffe und genaue Werkstattarbeit und stellt auch schwierige kinematische Aufgaben, damit die Massenkräfte klein bleiben. Außer der

Abb. 67
Lagerung und Antrieb des Aufspanntisches der Zahnrad-Fräsmaschine, Abb. 66.

[16]) Vergl. Maag, Herstellung und Prüfung der Maag-Zahnräder, [Z. Bd]. 71 (1927) S. 509, und Dolezalek, Die Maag-Zahnradhobelmaschine [un]d die Maag-Stirnradschleifmaschine, „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 402.

[17]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 73.

Abb. 68
Zahnrad-Fräsmaschine von Schuchardt & Schütte, A.-G., Berlin, für Zahnräder bis 3000 mm Dmr. und Modul 25. Die Vorschubbewegung macht der Tisch.

eigentlichen Hubbewegung und der Teilbewegung hat man bei jedem Rückgang des Stößels das Werkstück um rd. 1 mm zurückzuziehen, damit das Werkzeug außer Schnittbereich kommt. Abb. 62[17a]) bis 64 zeigen Gesamtansicht, Getriebeplan und Stößelantrieb der Maschine von Lorenz, A.-G., Ettlingen i. Baden, für Räder bis 200 mm Dmr. Für größere Räder werden diese Maschinen in Doppelständerbauart von Lorenz, den Zimmermann-Werken, A.-G., Chemnitz, u. a. ausgeführt. Die von den Herstellern angegebenen Leistungen unterscheiden sich nicht

17a) Abb. 62, 65, 66 und 70 s. Bildbl. 8.

Abb. 69
Lagerung und Antrieb des Tisches der Zahnradfräsmaschine, Abb. 68.

mehr von denen, die ameri nische Maschinen erziel

Zum Bearbeiten klei Stirnräder mit großer Teil und großer Zahnbreite, fer von Schnecken und dic Schiebekeilwellen mit H von Abwälzfräsern benu man vorteilhaft Maschinen, denen das Werkstück ni senkrecht, sondern wagere aufgespannt wird, Abb. Auch hier ist auf der Antri welle der Frässpindel e Schwungscheibe vorhanden

Verzahnungen an Sti rädern, deren Durchmes 1 m übersteigt, bearbeitet m fast ausschließlich auf Fr maschinen, wobei neben d Abwälzverfahren auch Teilverfahren vielfach zur A wendung kommt. Eine M schine von Lorenz für Rä bis 4 m Dmr. zeigt Abb. Bei dieser Maschine, eben bei der von J. E. Reineck Chemnitz, erhält der Tisch die Drehbewegung um e starre Achse; die seitli Verschiebung und Vorsch bewegung führt der Stän aus. Man kann so den Ti kräftig lagern und sicher f ren, Abb. 67, was für saub Arbeit unter schweren Sch ten wichtig ist.

Das Getriebe im Ständer wird allerdings verwic und auch die zu bewegenden Massen sind in der Re größer. Pfauter, Schuchardt & Schütte u. a. bevorzu daher die Anordnung mit verschiebbarem Frästisch feststehendem Ständer, Abb. 68. Auf dem Bild sind z Schwungräder erkennbar; im Innern der Maschine zwei weitere Schwungräder untergebracht. Für die führung der Späne sind unterhalb des Tisches, Abb. besondere Räumer angebracht, die die Späne durch nungen wegbefördern.

Pfeilverzahnungen bearbeitet man teils auf Pfeil Hobelmaschinen (Lorenz, Reinecker), teils auch auf gewöhnlichen Fräsmaschinen mittels Fingerfräsers. diesen Zweck hat die Maschine, Abb. 66, ein besond Umkehrgetriebe, das ermöglicht, Pfeilzähne oder Z-Zä selbsttätig zu bearbeiten.

Damit schnellaufende, gehärtete Zahnräder mögli geräuschlos arbeiten, muß man die Zahnflanken schlei da man völlig ohne Verziehen nicht härten und die Härten, Abschrecken und Anlassen entstehenden F änderungen nicht vorausberechnen kann, wie z. B. Gußmodellen durch das Schwindmaß. Von deutsc Zahnflanken-Schleifmaschinen seien hier die von Maa und Reinecker[19]) erwähnt. In jüngster Zeit hat die gende Belastung von Schneckentrieben zu dem Wu geführt, auch die Verzahnung gehärteter Schnecken schleifen zu können. Für diesen Zweck hat Reine eine Maschine entworfen, Abb. 70, die Schnecken bi 250 mm Dmr. und 500 mm Länge an den Flanken schle kann. Jede Flanke wird für sich geschliffen. Ein Flan motor treibt die Schleifscheibe, ein zweiter Motor Vorschub.

18) s. Anm. 16) S. 247.
19) Kutzbach, Zahnraderzeugung, S. 22.

Blechbearbeitungsmaschinen

Von Dipl.-Ing. R. Wittlinger, Stuttgart.

(Hierzu Bildblatt 9 bis 12)

Die neuen Maschinen für die Bearbeitung dicker Bleche zeichnen sich vor allem durch vereinfachte Bedienbarkeit aus; bei den neuen Maschinen für die Metallwarenerzeugung sind die Leistungen erhöht worden. Beispiele neuer Blechbearbeitungsmaschinen.

Der für die Beurteilung einer Werkzeugmaschine heute gebende Gesichtspunkt ist ihre Wirtschaftlichkeit. Die stellkosten des Erzeugnisses sollen auf das ge-ste beschränkt werden, ohne daß seine Güte ungünstig nflußt wird. Die Bedienung der Maschine soll keine were körperliche Arbeit erfordern, sofern die Arbeit t überhaupt nur aus der Überwachung der Maschine dem Nachfüllen des Vorratbehälters bestehen kann. stverständliche Voraussetzungen für den Bau neuzeiter Werkzeugmaschinen sind Verwendung hochwertiger stoffe, beste Werkstattarbeit und zweckmäßige Form.

Damit man eine bessere Übersicht für die Beurtei- bekommt, sind die Blechbearbeitungsmaschinen in i Gruppen eingeteilt: Die erste umfaßt die schweren eren, Pressen, Lochmaschinen usw. für die Bearbeitung Werkstoffe, die im Karosseriebau, im Schiff-, Loko-iv-, Brücken- und seit neuestem auch im Hochhausbau wendet werden. In die zweite Gruppe gehören die Blech-rbeitungsmaschinen der Metallwarenindustrie und ihrer en Sonderzweige.

Bei den Maschinen der ersten Gruppe geht das Streben allem dahin, bei genauestem Arbeiten die Bedienung lichst einfach zu machen, da die schweren Werkstücke stens groß und unhandlich sind.

Bei den Maschinen für die Metallwarenerzeugung bt man mehr dahin, die Leistung zu steigern, indem mehrere Arbeitsgänge in einer Maschine vereinigt oder Zahl der Arbeitsvorgänge in der Minute erhöht.

Eine scharfe Abgrenzung der beiden Gruppen ist aber er möglich noch von Bedeutung.

Es ist lehrreich, nachzuprüfen, welche Wege die ein-en Firmen beschritten haben, um den angeführten Er-lernissen zu entsprechen.

Bei allen Maschinen der Berlin-Erfurter Maschinen-rik Henry Pels & Co., A.-G., Berlin, werden für den per kräftige, gewalzte S.-M.-Stahlplatten verwendet, it man unbedingte Bruchsicherheit erzielt.

Abb. 1 zeigt eine Tafelschere für Blechdicken von 6 50 mm und Schnittlängen von 1000 bis 3700 mm zwi-en den Ständern. Außerdem haben die Körper Aus-ing zum Schneiden von Streifen beliebiger Länge inner- der Grenzen der Ausladung. Sämtliche Scheren haben Momentkupplung, zum Einrücken dient ein Fußtritt-el. Der Antrieb kann auch ohne Schwungrad mittels eitsreglermotors und Druckknopfsteuerung[1]) erfolgen. ondre Beachtung verdient die Blechniederhaltung mit i kräftigen Druckstangen, die an drehbaren Querbalken Niederhaltebolzen tragen; eine Kurve auf der Exzenter-le steuert über zwei Hebel die Druckstangen. Dadurch l der Niederhalter kurz vor dem Beginn des Schnittes tergedrückt und nach dem Schnitt von selbst wieder gegeben.

Eine weitere Vervollkommnung bedeutet es, daß man Schneidwinkel verändern kann. Mit größerem Schneid-kel kann man in bestimmten Grenzen dickere Bleche als nal schneiden; der kleinere Schneidwinkel hat den Vor- daß bei dünneren Blechen praktisch keine Verwindung abgetrennten Blechstreifens eintritt. Damit man beim iumen nicht durch den sperrigen Saumstreifen belästigt l, ist ein besondres Quermesser angebracht worden, das t ein- und ausrückbar ist und bei jedem Schnitt den mstreifen von der Tafel abtrennt; außerdem lassen sich it auch rechtwinklige Ausschnitte am Rande der Blech-ln schneiden[2]).

Abb. 2[3]) zeigt eine Knüppel- und Stabeisenschere für und warme Werkstücke. Für die Aufnahme des

Abb. 1
Tafelschere der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co., A.-G., Berlin.

a Fußhebel zum Einrücken
b Hebel
c Kurvenscheibe } für die Blechniederhaltung
d Druckstangen
e drehbare Querbalken
f Niederhaltebolzen

Ober- und Untermessers ist ein Stahlgußstück zwischen zwei Stahlblechen gelagert. Die in der Richtung der Exzenterwelle stehenden Messer gestatten bequeme Zuführung des Arbeitsgutes. Der Antrieb geht über eine Klauenkupplung, die sich im Höchststand des Messerschlittens, der durch eine selbsttätige Bandbremse gesichert wird, von selbst ausrückt.

Mit der einarmigen Exzenterpresse, Abb. 3, kann man auch, wie die Werkzeuge erkennen lassen, Schmiedestücke abgraten. Der Matrizenhalter ist zum Bearbeiten langer Teile wie Puffer usw. verschiebbar; Hub und Stößel sind verstellbar. Gegen Überlastung der Antriebteile hat der Stößel eine Abschervorrichtung. Die Doppelständer-Exzenterpresse, Abb. 4, hat eine Moment-Klauenausrückung[4]), Sicherung für vollen Klaueneingriff und Rückschlagsperrbolzen. Der Stößel ist mittels Ratsche in der Höhe verstellbar. Mit entsprechenden Werkzeugen können die verschiedensten Loch- und Formpreßarbeiten ausgeführt werden; nach dem Einbau von Scherwerkzeugen kann man die Presse auch als Tafelschere für die der Druckleistung entsprechende Schnittlänge und Blechdicke benutzen.

Sonderpressen sind die Vielstempelstanze, Abb. 5, und die Maschine für die Herstellung von Blattfedern, Abb. 6. Die Vielstempelstanze, Abb. 5, mit Aufsetz- und Tippvorrichtung[5]) dient vor allem zum Lochen von Weichenschwellen und Weichenplatten. Die sechs stets arbeitsbereiten Werkzeuge können einzeln ein- und ausgeschaltet werden und ermöglichen aufeinanderfolgende Lochung von Schwellen bei nur einmaligem Durchführen des Werkstückes. Bei der Maschine, Abb. 6, werden nacheinander die Flachstäbe auf die Länge zugeschnitten, zugespitzt und gelocht; dann wird die Längsnut eingepreßt.

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 6 und 29.
[2]) DRP Nr. 344097 u. 416642.
[3]) Abb. 2 bis 7 s. Bildbl. 8.

[4]) DRP Nr. 440159.
[5]) DRP Nr. 317968.

Abb. 8 (links)
Dreistempelwerkzeug für die Schere, Abb. 7.

Abb. 10 (rechts)
Fahrbare Betoneisenschere von Henry Pels & Co.

Abb. 11. Tafelschere von R. Sonntag, Gera-Zwötzen, für 7 mm dicke Bleche.
a Stange zum Einrücken des Schnittlinienanzeigers　*b* Zeiger

Abb. 12. Tafelschere von R. Sonntag für 11 mm dicke Bleche. Antrieb mittels Arbeitsreglermotors mit Druckknopfsteuerung.
a Welle zum Einrücken des Quermessers　*b* Knebel oder Handrad, *c* Schneckengetriebe } zum Drehen der Welle *a*

Abb. 7 zeigt eine Blechscher mit Lochstanze und Eisenschne der vereinigt; sie hat als Zu behör Anschläge, Anzeigenade Gehrungsanschläge und ein Ausklinkvorrichtung. Zum leic ten Durchschieben des Arbeit gutes sind die Rollen *a* vorg sehen. Das Dreistempelwerk zeug, Abb. 8, läßt sich in die Schere einbauen, so daß ma hintereinander verschiedene L chungen ausführen kann.

Bei der Eisenschneidemaschin Abb. 9[6]), ermöglicht der unter 45 geneigte Schlitten, daß man d Arbeitsgut stets wagerecht zu führen kann. Auch diese M schine hat eine Klauenkupplun mit selbsttätiger Stillsetzung d Schlittens in höchster Stellung

Die fahrbare Betoneisenscher Abb. 10, wird mittels Elektr motors angetrieben. Die Mess werden mittels augenblickli wirkender Verstellung der Eise dicke angepaßt.

Die Maschinenfabrik R. Son tag, G. m. b. H., Gera-Zwötz verwendet ebenfalls gewal Platten aus S.-M.-Stahl für Maschinenkörper.

Die Tafelscheren, Abb. 11, und 13, schneiden 7, 11 u 26 mm dicke Bleche. Die beid Scheren, Abb. 11 und 12, hab 1500 mm Schnittlänge, die gro Schere, Abb. 13, 3000 mm. Zu Antrieb der Schere für 7 m Bleche dient ein Elektromot die beiden andern Scheren sind f schwungradlosen Antrieb mitt Arbeitsreglermotors und Dru knopfsteuerung eingerichtet.

Neuartig ist der Schnittlini anzeiger. Schiebt man bei Maschine, Abb. 11, die un Federdruck stehende Stange nach rechts, dann senken s die Zeiger *b* auf das zu schn dende Blech. Sie bleiben d liegen, weil die Stange *a* du den Hebel *c* verriegelt wi Beim Niedergehen des Oberm sers wird die Stange *a* selbstt wieder freigegeben, und die Zeiger schwingen durch Geg gewichte wieder in die Anfa stellung zurück.

[6]) Abb. 9 u. 13 bis 17 s. Bildbl. 10.

Abb. 19
Doppeltwirkende neigbare Ziehpresse von Kircheis.

Wird die Schere, Abb. 12, zum Besäumen langer ·eln benutzt, so kann mittels eines am rechten Ende Oberwange sitzenden Quermessers der Abfall zerklei-t werden. Um das Quermesser nach Bedarf in Betrieb setzen, muß man die Oberwange senken. Zu diesem eck ist sie mittels exzentrischer Bolzen an den beiden ickstößeln aufgehängt. Diese Bolzen werden durch die lle *a* gedreht, die mittels Handrades *b* und Schnecken-riebes *c* bewegt wird.

Bei der schweren Schere, Abb. 13, ist besonders der verschiedenen Gliedern zusammengesetzte Niederhalter das Blech hervorzuheben; infolge dieser Unterteilung ßt er sich den Unebenheiten des Bleches an.

Abb. 14 zeigt eine Sonderpresse für Eisenbahn-, Auto-bil- und Wagenfedern. Mit Hilfe von drei stets arbeits-eiten Werkzeugen werden drei Arbeitsgänge ausgeführt: längen des Federstahls, Anspitzen der Enden und chen. Die Werkzeuge zum Anspitzen und zum Lochen d mit je einer Zentriervorrichtung versehen.

Eine in Deutschland noch wenig verbreitete Sonder-schine ist die Abkantpresse, Abb. 15. Sie findet vor em bei der Herstellung von Stahlblechkarosserien, eiser-n Treppen usw. Verwendung. Neu ist an dieser Maschine, ß sie keine durchlaufende Kurbelwelle hat, zwei ge-nnte kurze Exzenterwellen mit zwei Haupträdern treiben Oberwangen an. Die Druckstößel liegen zwischen den den Stahlplatten der Seitenständer. Die Oberwange kann n mit der Hand oder mit der Maschine verstellen, im teren Fall entweder mittels eines Getriebes an der wungradwelle oder mittels eines kleinen Elektromotors f der Wange. Zum Einrücken dient eine Reibkupplung, den Preßgang jederzeit sofort unterbrechen kann.

Das Stahlwerk Oeking, A.-G., Düsseldorf, verwendet hlguß zur Erzielung möglichst bruchsicherer Maschinen-rper. Abb. 16 zeigt eine Weichenplatten-Lochmaschine der für Stahlguß kennzeichnenden Ausführung. Auch dieser Presse verläßt das Werkstück die Maschine lkommen fertig gelocht. Aus diesem Grunde sind sämt-ne Stempel und Stempelgruppen einzeln ausrückbar; zum nauen Lochen werden sie auf das Werkstück aufgesetzt. n schwere Werkstücke bequemer handhaben zu kön-n, ist rechts und links von den Werkzeugen je eine federnde Rolle angeordnet. Das Einrücken der Presse geschieht mittels einer neuen Bolzenkupplung, die durch einen Fußhebel eingerückt und nach jedem Hub selbsttätig ausgerückt wird.

Bei den Maschinen zum Bearbeiten dünner Bleche ist, soweit die Exzenterpressen gewöhnlicher Bauart in Frage kommen, in bezug auf die Leistungssteigerung kaum eine Weiterentwicklung festzustellen. Hier liegen die Verbesserungen mehr auf dem Gebiete der praktischen Handhabung und der Schutzvorrichtungen. Eigentliche Höchstleistungsmaschinen sind Pressen mit selbsttätigen Werkstoffzuführungen aller Art und Stufenpressen. Einzelheiten werden bei den einzelnen Maschinengattungen besprochen.

Abb. 17 zeigt die einarmige Exzenterpresse der Firma Erdmann Kircheis, Aue in Sachsen, mit verstellbarem Tisch; sie ist mit Hubverstellung, Sicherheitskupplung, Handhebelsicherung, gesteuerter Bremse, ausschaltbarer Drehkeilkupplung ausgerüstet. Abb. 18[7]) zeigt eine doppelarmige, neigbare Exzenterpresse mit der gleichen Ausrüstung. Diese Pressen werden vielfach zum Ziehen von Dosen u. ä. verwendet. Dabei wird das Blech mittels Federdruckes gehalten; der Hauptnachteil ist der mit zunehmender Ziehtiefe schnell anwachsende Blechhalterdruck. Diesem Übelstand begegnet Kircheis durch den Gleichdruck-Blechhalter, bei dem der zunehmende Federdruck ausgeglichen wird.

Eine doppeltwirkende neigbare Ziehpresse zeigt Abb. 19; man sieht die neue Verstellvorrichtung für den Ziehstempel und den Tisch.

Eine vollständige Fließarbeitsgruppe stellt Abb. 20 dar, bestehend aus einer sechsfachen Stufenpresse in Verbindung mit einer selbsttätigen Gewindedrückmaschine. Aus dem Bande wird auf der Stufenpresse ein Schraubbecher für Isolierflaschen gezogen, beschnitten und gebördelt; dann wird er selbsttätig der Gewindedrückmaschine zugeführt, die er nach dem Einwalzen des Gewindes fertig zum Beizen und Polieren verläßt.

[7]) Abb. 18, 20 bis 23, 27 u. 28 s. Bildbl. 11.

Abb. 24
Nutenstanzmaschine für 600 Hübe in der Minute von L. Schuler, A.-G., Göppingen.

Eine Maschine zum Weiterverarbeiten vorgepreßter Teile ist die selbsttätige Gummifaden-Andrückmaschine, Abb. 21, mit einer Einrichtung zum Vorrollen der Ränder an Boden und Deckeln von Konservendosen. Der Bedienungsmann hat weiter nichts zu tun, als die Gummiringe aufzuziehen und die Deckel aufzulegen. Der Ring wird selbsttätig angepreßt, der Deckel vorgerollt und das fertige Stück abgestreift. Abb. 22 zeigt eine selbsttätige Verschließmaschine für Konservendosen. Die von der Gummifaden-Andrückmaschine kommenden Deckel werden auf die Dose gelegt und mit dieser auf den Einspannteller gesetzt. Mittels des Fußhebels wird der Einspannhebel gegen das Verschließfutter gedrückt und gleichzeitig die Maschine in Gang gesetzt. Das Verschließfutter dreht sich und schließt die Dose, die dann selbsttätig ausgespannt wird, worauf die Maschine stehen bleibt. Eine besondre Zuführung gestattet das Aufsetzen der nächsten Dose während des Verschließens der vorhergehenden.

Die Kurvenscheren, Abb. 23, finden infolge ihrer Handlichkeit immer weitere Verbreitung. Sie dienen zur Herstellung von Innen-, Außen- und Kurvenschnitten, bei denen sich Formschnittwerkzeuge nicht lohnen.

Bei der Nutenstanzmaschine, Abb. 24, von L. Schuler, A.-G., Göppingen, liegt das Neue in der Steigerung der Hubzahlen bis auf 600 in der Minute dadurch, daß Abmessung und Gewicht der Schaltvorrichtung stark verkleinert worden sind unter gleichzeitiger Erhöhung der Zwangläufigkeit. Die Maschine stanzt die Nuten in Läufer- oder Ständerblechen für elektrische Maschinen mittels einer Teilvorrichtung einzeln aus.

Die Kniehebelanordnung der Prägepresse, Abb. 25, ermöglicht die Ausübung großer Drücke, die denen der Druckwasserpressen nahekommen, aber wesentlich höhere Leistungen gestatten. Aus diesem Grunde finden Kniehebel-Prägepressen in neuester Zeit vielfach Anwendu[illegible] zum Kalibrieren, d. h. zum Maßhaltigpressen von Teile[illegible] die mit geringem Übermaß im Gesenk vorgeschmiedet we[illegible]den. Dem bisher üblichen Fertigfräsen und Fertigdreh[illegible] gegenüber läßt sich hierdurch eine größere Leistung e[illegible]zielen, so daß man besonders bei der Massenherstellu[illegible] beträchtliche wirtschaftliche Vorteile erreicht.

Abb. 25
Kniehebel-Prägepresse von Schuler.

Bei dem Druckluft-Blechhalter, Abb. 26, erübrigt si[illegible] unter Umständen infolge Anbaues eines Zusatzkolbe[illegible] die Anwendung einer Luftpumpe. Der Blechhalter wir[illegible] derart, daß sich beim Niedergehen des Stempels die Zyli[illegible]der *a* und *b* nach unten bewegen, während der Kolben [illegible] der am Tisch befestigt ist, stehen bleibt. Im Zylinder [illegible] befindet sich Druckluft von der für den Blechhalterdru[illegible] erforderlichen Spannung. Der Druckraum *f* ist an ein[illegible] Windkessel angeschlossen. Beim Niedergehen des Zyli[illegible]ders *a* wird in den zwischen Kolben *c* und Zylinder *b* e[illegible]stehenden Hohlraum durch das Rückschlagventil *d* Lu[illegible]gesogen, die beim Wiederhochgehen infolge des Übe[illegible]druckes, der infolge der verschieden großen Zylinderfläch[illegible] entsteht, durch das Rückschlagventil *e* in den Druckraum gedrückt wird. So wird ein Luftverlust vollständig au[illegible]geglichen, ohne daß man eine Luftpumpe braucht.

Die kleinen einarmigen und doppelständrigen Exze[illegible]terpressen der Firma Hiltmann & Lorenz, A.-G., Aue i. S[illegible] Abb. 27 und 28, haben selbsttätigen Walzenvorschub u[illegible] Reibschaltung zum Einstellen jedes beliebigen Vorschub[illegible] innerhalb des höchstzulässigen Maßes. Damit die Wer[illegible]zeugeinstellung nicht behindert ist, sind die Vorschü[illegible] beiderseitig abzuklappen.

Die selbsttätigen Revolverapparate, Abb. 29[8]), finden i[illegible]folge ihrer Vielseitigkeit ausgedehnte Anwendung. Rev[illegible]verpressen können mit 1 bis 3 hintereinander arbeitend[illegible] Werkzeugen ausgerüstet werden. Eine gewisse Beschrä[illegible]kung liegt darin, daß der äußere Durchmesser des Wer[illegible]stückes bei den einzelnen Arbeitstufen nicht kleiner we[illegible]den darf, da sonst die Zuführung zum nächsten Werkze[illegible] unmöglich ist. Damit die Presse und die Werkzeuge b[illegible] Störungen im Vorschub nicht beschädigt werden, ist d[illegible]

Abb. 26
Druckluft-Blechhalter von Schuler mit Zusatzkolben, der eine Luftpumpe überflüssig macht.

a Großer Zylinder
b kleiner „
c Kolben
d, *e* Rückschlagventile
f Druckraum
g Ziehstempel
h Blechhalter
i Tisch der Presse

[8]) Abb. 29 bis 32 s. Bildbl. 12.

Wittlinger: Neue Blechbearbeitungsmaschinen

Abb. 2 (links)
Schere für kalte und warme Werkstücke.

Abb. 3 (rechts)
Einarmige Exzenterpresse.

Abb. 4
Doppelständer-Exzenterpresse; nach dem Einbau entsprechender Werkzeuge auch als Tafelschere verwendbar.

Abb. 5
Vielstempelstanze mit sechs Werkzeugen zum Lochen von Weichenschwellen und -platten.

Abb. 6
Sondermaschine für die Herstellung von Blattfedern.

Abb. 7
Blechschere mit Lochstanze und Eisenschneider.
a Rollen, *b* Schlitz zum leichten Durchschieben des Arbeitsgutes

Abb. 2 bis **7**. Maschinen von Henry Pels & Co.

Wittlinger: Neue Blechbearbeitungsmaschinen

Abb. 29
Presse mit selbsttätigem Revolverapparat für mehrere hintereinander arbeitende Werkzeuge.

Abb. 31
Stufenpresse mit eingebauter Wage, die dicke, also zu schwere Scheiben selbsttätig aussondert.

Abb. 30
Exzenterpresse mit verstellbarem Tisch.

Abb. 32
Stufenpresse, die vom Band arbeitet. Der Vorschub arbeitet im Zickzack zum Zweck guter Ausnutzung des Werkstoffes.

Abb. 29 bis 32. Maschinen von Hiltmann & Lorenz, A.-G.

Abb. 33. Selbsttätige Presse der Firma Fledermaus, A.-G., Erfurt, für rd. 8500 Dosendeckel in der Stunde.

[Re]volverpresse mit einer Sicherung ausgerüstet, die sie vor [de]m Beginn des Arbeitsvorganges selbsttätig stillsetzt, so[ba]ld der Vorschub nicht in Ordnung ist.

Die Exzenterpresse mit verstellbarem Tisch, Abb. 30, ist mit verstellbarem Hub, Sicherungskupplung und Handsicherung ausgerüstet; der Körper ist zum bequemen Durchführen langer Streifen durchbrochen.

Die Stufenpressen, Abb. 31 und 32, eignen sich infolge ihrer großen Leistung zur Herstellung größter Mengen. Bei der Presse, Abb. 31, werden vorher ausgeschnittene Scheiben dem Werkzeug zugeführt. Damit nicht zwei aneinander klebende Scheiben in das erste Werkzeug geraten und Werkzeug und Presse beschädigen, sondert eine eingebaute Wage zu dicke, also zu schwere Scheiben, aus. Die Presse, Abb. 32, arbeitet vom Band, so daß der erste Arbeitsgang das Ausschneiden der Scheibe ist; der Walzenvorschub arbeitet im Zickzack, damit der Werkstoff ausgenutzt werden kann. Ein Vorteil der Stufenpressen liegt darin, daß der äußere Durchmesser der Werkstücke während der Herstellung kleiner werden darf, ohne daß ihre Weiterbeförderung behindert ist. Das liegt an der Anwendung von geradlinig hin- und hergehenden Zangen, die sich selbsttätig öffnen und schließen.

Die Firma Fledermaus A.-G., Erfurt, baut als Sonderheit selbsttätige Zickzackpressen zum Verarbeiten ganzer Blechtafeln und breiter Bänder. Die Presse, Abb. 33, stellt aus 650 mm breiten Bändern in 1 h bis zu 8500 Dosendeckel von 70 mm Dmr. her. [B 1223]

Schmiedemaschinen

Von Dipl.-Ing. Walther Parey, Berlin

Wagerecht-Schmiedemaschinen — Hämmer und Pressen.

Die neuzeitlichen Herstellverfahren haben hohe Anforderungen an die Werkzeugmaschinen bezüglich Leistung, Genauigkeit und Ersparnis an Arbeit und [...] mit sich gebracht. Dem sind die Maschinen zur span[losen] Formung in gleicher Weise angepaßt worden wie [die] spanabhebenden Maschinen, so daß die Schmiedetechnik [heute] eine große Bedeutung erlangt hat. Die Anforde[run]gen an die Genauigkeit gehen heute so weit, daß man [an] Schmiedestücken zum Teil die Schruppbearbeitung ganz [sch]neiden und die mit kleinster Bearbeitungszugabe vor[gesc]hmiedeten Stücke auf den spanabhebenden Maschinen [n]u schlichten will. Das bedingt starre Ausführung der [Sch]miedemaschinenkörper, die infolge der hohen Beanspru[chu]ngen beim Schmieden keine die Genauigkeit beeinträch[tig]enden Formänderungen erleiden dürfen, und gute, kräf[tig]e Führung der bewegten Teile, wie Fallbären und [Sc]hmiedeschlitten. Einige bemerkenswerte neuere Ma[sch]inen werden im nachstehenden beschrieben.

Wagerecht-Schmiedemaschinen

Die Schmiedemaschinen der Eumuco, A.-G., Schlebusch-[Man]fort, sind neuerdings von Grund auf geändert, indem [ma]n die Zuganker aus Stahl nicht mehr an besondern [Sti]nitzen oberhalb des gußeisernen Maschinenkörpers an[grei]fen läßt, sondern in den Körper, also in die Angriff[sricht]ung der Kräfte gelegt hat. Die Stahlanker können, [wie] es auch bei Pressen üblich ist, warm eingeschrumpft [werd]en, so daß der gußeiserne Maschinenkörper eine [Dru]ckspannung erhält, die bei normaler Arbeitsbelastung [info]lge der Dehnung der Zuganker auf null sinkt. Das [G]u[ße]isen braucht also keine Zugkräfte aufzunehmen. [A]b[b]. 1 und 2 zeigen Aufriß und Grundriß der Maschine, [d]ie Stauchdrücke bis zu 500 t ausüben kann.

Auch die Firma Hasenclever, A.-G., Düsseldorf, hat [ih]r Schmiedemaschine, Abb. 3 und 4, neu entworfen[1]). Bei den bisherigen Maschinen wurde der Stauchschlitten mit der Hauptkurbel über einen Einfallhebel gekuppelt und die Bewegung des Klemmschlittens vom Hauptschlitten über eine Hebelanordnung mit zwei festen Drehpunkten übertragen. Hiervon ist man bei der neuen Maschine abgegangen. Statt des Einfallhebels, der ein längeres Maschinenbett bedingte und dessen Stöße beim Einschalten die Maschine stark beanspruchten und abnutzten, ist in das große Zahnrad eine Drehkeilkupplung mit Stoßdämpfung, Abb. 5 und 6, eingebaut worden, die für jede Umdrehung viermaliges Einrücken gestattet. Die Bewegung des Klemmschlittens wird nicht mehr vom Hauptschlitten abgenommen, sondern von einer besonderen Stirnkurbel der Hauptwelle über ein Hebelwerk mit einem einzigen festen Drehpunkt; dadurch vermeidet man die seitlichen Drücke auf den Hauptschlitten, der Hauptschlitten kann schmäler werden, und die Kurbel kann in der Richtung des Stauchdruckes angreifen. Entsprechend den größeren Stauchdrücken, die bei der größten neuen Maschine 3000 t erreichen, sind die Backen des Klemmschlittens in je zwei hohen Scharnieren gelagert; der Klemmdruck ist genau so groß wie der Stauchdruck. Der Hauptschlitten läuft nicht mehr auf einer wagerechten unteren Führung, sondern hängt in den beiden Seitenführungen, weil der Zunder die untere Führung stark abnutzte.

Die Firma Schieß-Defries, A.-G., Düsseldorf, überträgt bei ihren Wagerecht-Schmiedemaschinen die Bewegung des Hauptschlittens mittels einer Kniehebelanordnung mit drei festen Drehpunkten auf den Klemmschlitten.

Hämmer und Pressen

Der Gesenkschmiedehammer der Firma Banning, A.-G., Hamm i. W., Abb. 7, kann schnelle leichte Schläge sowie auch schwere Setzschläge geben. Das Gesenk ist auf der einen Seite als Vorgesenk, auf der andern als Formgesenk und in der Mitte als Fertiggesenk ausgebildet, so daß man

[1] Vergl. „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 114.

Abb. 1 und 2. Wagerecht-Schmiedemaschine der Eumuco, A.-G., Schlebusch-Manfort, für 500 t Enddruck.

a, *b* Zuganker oberhalb und innerhalb des Maschinenbettes
c Stauchschlitten
d linke Backe des Klemmschlittens
e rechte " " "
f Fußhebel zum Einrücken
g Riemenscheibe

Abb. 7
Gesenkschmiedehammer von J. Banning, A.-G., Hamm i. W., mit dreifachem Gesenk.

Abb. 3 und 4 . Wagerecht-Schmiedemaschine der Maschinenfabrik Hasenclever, A.-G., Düsseldorf, für Stauchdrücke bis 600 t.

a Zuganker
b Stauchschlitten
c linke } Backe des Klemmschlittens
d rechte }
e Kurbelwelle
f Zahnrad
g Drehkeilkupplung
h Riemenscheibe
i Fußhebel zum Einrücken

Abb. 5 und 6
Drehkeilkupplung der Schmiedemaschine von Hasenclever, A.-G.
a Kurbelwelle *b* Einrückstellen *c* Stoßdämpfung

die Schmiedestücke aus dem Rohblock in einem Gang auf dem gleichen Hammer fertig bearbeiten kann. Vor den Kolbenschieber der Steuerung ist ein Drehschieber geschaltet, der beim Loslassen des Fußsteuerhebels und dem hierauf erfolgenden Hochgehen des Bären gerade noch so viel Dampf durchläßt, daß der Bär mit hinreichender, aber nicht zu großer Geschwindigkeit gehoben wird.

Für Schnellschmiede-, Gesenk- und Abgratarbeiten baut Eumuco eine Presse, die mit Dampf oder Druckluft betrieben werden kann, Abb. 8 und 9. Der bereits früher[2]) beschriebene Lufthammer ist kürzlich für 2500 kg Bärgewicht gebaut worden. Die Fallhämmer der Firma werden allgemein für 2,2 m Fallhöhe, entsprechend rd. 6,6 m/s Bärgeschwindigkeit beim Auftreffen, gebaut, da sich diese Geschwindigkeit nach den Versuchen der Firma als günstigste erwiesen hat. Die Kolbenstange dient nur als Zugmittel und wird federnd in den Bär eingebaut, damit Beschädigungen durch Stöße möglichst vermieden werden[3]).

In der Durchbildung der Spindelpressen ist Hasenclever ganz neue Wege gegangen. Die Verwendung der üblichen Spindelpressen mit Reibscheiben fand dadurch Grenzen, daß ein Mann die hohen Anpreßdrücke nicht mehr ausüben konnte. Außerdem traten, namentlich bei großen Maschinen mit schweren bewegten Massen, große Arbeitsverluste und starke Abnutzung des Reibbelages dadurch auf, daß der Rücklauf der Spindel auf dem größten Durchmesser der Rückwärtsscheibe, also bei größter Umfangsgeschwindigkeit, eingeleitet werden mußte. Bei der neuen Bauart, Abb. 10, sind die Reibscheiben versetzt, der Rücklauf der Mittelscheibe wird also auf einem kleinen Halbmesser der unteren Rückwärtsscheibe eingeleitet, die Rücklaufgeschwindigkeit steigt bis zum Umfang der unteren Scheibe und nimmt dann auf der kleinen oberen Rückwärtsscheibe wieder bis nahezu auf null ab.

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 964.
[3]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 5 (1926) S. 893.

Abb. 10

Spindelpresse mit versetzten Reibscheiben und Öldruck-Servomotor der Maschinenfabrik Hasenclever, A.-G., Düsseldorf.

a Reibscheibe für Abwärtsgang
b untere Reibscheibe für Aufwärtsgang
c obere Reibscheibe für Aufwärtsgang
d Mittelscheibe mit Reibbelag
Scherbolzen zwischen Mittelscheibe und Spindel
f Stahl-Zuganker
g Kreiselpumpe mit Motor
h Oelbehälter mit Filter
i Doppelkolben-Steuerventil
k Rückführung
l Servomotor-Zylinder
m „ -Kolben
n Steuergestänge

Abb. 8 und 9

Schnellschmiede-, Gesenk- und Abgratpresse der Eumuco, A.-G., Schlebusch-Manfort, für Dampf- oder Druckluftantrieb.

Nachdem es durch diese Anordung möglich geworden war, die Presse bis 3000 t Arbeitsdruck mit 50 vH Überlastbarkeit wirtschaftlich zu bauen, war für die Erzeugung des hierfür erforderlichen starken Anpreßdruckes der Scheiben Vorsorge zu treffen. In die schweren Maschinen werden deshalb Servomotoren mit Rückführung eingebaut. Wenn die Steuerflüssigkeit nicht einer vorhandenen Leitung entnommen werden kann, wird in den rechten Arm des Pressenoberteils ein Motor mit Pumpe eingebaut.

Eine beachtenswerte Bauart des Fallhammers stellt der Aufwerfhammer von Bêché & Grohs, G. m. b. H., Hückeswagen, dar, bei dem der Bär mittels zweier Druckluft- oder Dampfkolben hochgeworfen wird, worauf er zwischen den Führungen frei herunterfällt. Der Hammer braucht sehr wenig Grundfläche und Höhe[4]).

Ebenfalls freien Fall des Hammerbären erreicht die Firma Billeter & Klunz, A.-G., Aschersleben, bei ihren Lufthämmern, indem sie den Bär mittels Unterdruckes hochzieht, also den Zylinder unten offenlassen kann.

Die vorstehenden Beispiele neuer Schmiedemaschinen können natürlich nicht beanspruchen, das Gebiet erschöpft zu haben. Ich habe nur einige Maschinen herausgegriffen, um zu zeigen, auf welchen Wegen die Entwicklung des mechanischen Schmiedens vor sich geht. Seine Fortschritte haben schon jetzt zur Folge, daß man sich die Vorzüge des Schmiedens, die namentlich auf den günstigen Festigkeitseigenschaften der geschmiedeten Teile beruhen, auch bei verwickelten Stücken zunutze macht, die man früher gießen oder mit hohen Kosten aus dem Vollen herausarbeiten mußte. [B 1192]

[4]) Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 50 v. 14. Dezember 1927. S. 5.

Abb. 1
Werkstück von Hand zu Hand geben.

Abb. 2
Auf ruhenden Tischen oder an Gestellen weiterschieben.

Abb. 3 und 4
Fortbewegung auf ruhenden Tischen mittels mechanisch bewegter Förderwagen, mit der Hand weiterschieben.

Abb. 5 und 6
Fortbewegung auf ruhenden Tischen mittels mechanisch bewegter Förderwagen.

Abb. 1 bis 6
Beispiele für Fördermöglichkeiten in der Massenfertigung.

Ludwig: Fördermittel in Betrieben mit Reihen- und Massenfertigung

Abb. 7 und 8
Die Gegenstände gleiten unter Eigengewicht auf Rutschen von Werkplatz zu Werkplatz.

Abb. 9
Förderrinnen.

Abb. 10
Hängeschienen mit Förderbehältern.

Abb. 11
Förderung mit motorischer Kraft an Hängeschienen mit Haken.

Abb. 12
Rollbahnen mit Schwerkraftförderung.

Ludwig: Fördermittel in Betrieben mit Reihen- und Massenfertigung

Abb. 13

Abb. 14

Abb. 15

Abb. 16

Abb. 13 bis 16
Beispiele für die Beförderung von Gegenständen auf Roll- oder Rollenbahnen unter Ausnutzung des Eigengewichtes.

Abb. 17

Abb. 18

Abb. 17 und 18.
Förderung auf angetriebenen Rollenbahnen.

Ludwig: Fördermittel in Betrieben mit Reihen- und Massenfertigung

Abb. 19

Abb. 20

Abb. 21

Abb. 22

Abb. 23

Abb. 24

Abb. 19 bis 24
Förderung auf mechanisch angetriebenen ununterbrochen laufenden Ketten und Bändern.

Ludwig: Fördermittel in Betrieben mit Reihen- und Massenfertigung

Abb. 25
Ununterbrochen laufendes Band im Gießereibetrieb; die leeren Kasten laufen zur Ausgangsstelle zurück.

Abb. 27
Fortbewegung mittels fahrbarer Tische.

Abb. 28
Beförderung von Werkstücken unter Flur.

Abb. 31
Schrägaufzug.

Abb. 29
Verbindung vom laufenden Band zum Paternosterwerk.

Abb. 32
Rhythmisch laufendes Band für den Zusammenbau der Einzelteile zum Fertigerzeugnis.

Fördermittel in Betrieben mit Reihen- und Massenfertigung

Von Direktor F. Ludwig, Berlin-Siemensstadt

(Hierzu Bildblatt 13 bis 16)

Die bisherigen Anforderungen an Fördermittel in Betrieben. — Die Ansprüche an die Fördermittel in der neuzeitlichen Reihen- und Massenfertigung und ihre Lösungsmöglichkeiten. — Einige im Betrieb als zweckmäßig befundene Lösungen.

[F]ür die Errichtung von Fabrikanlagen war in der Vor-[kriegs]kriegzeit in bezug auf den Förderdienst die Lage des Grundstückes an einem Schienenstrang oder an [ein]em bequem zugänglichen Wasserweg maßgebend. Heute [kann] man, wenigstens bei Betrieben, die nicht allzu schwere [Güt]er herstellen, nicht mehr im vollen Umfang an diese [For]derung gebunden. Heute dürfte in 80 vH aller Fälle [der] Lastkraftwagen das Fördermittel von höchster Wirt[sch]aftlichkeit für An- und Abfuhr der Güter zur Bahn [bef]unden sein.

Bei der Errichtung der Fabrikgebäude hat man sich [bis]her wohl hauptsächlich mit der zweckmäßigsten An[ord]nung der Fördermittel zum Ausgleich der Höhenunter[sch]iede der einzelnen Stockwerke beschäftigt. Nebenher [gin]g die Untersuchung über möglichst günstige Wege[ano]rdnung für den Förderdienst innerhalb des Werkes [und] guten Anschluß an die Hebemittel. Für Werkstätten [zur] Herstellung schwerer Güter kam auch damals wie [jetz]t die eingehende Bearbeitung der Krananlagen in Frage.

Um die eigentlichen Fördermittel zur Bewegung klei[ner]er Lasten innerhalb des Werkes — von Werkstätte [zu] Werkstätte, von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz — hat man [sich] weniger Sorgen gemacht. Hier war im großen und [gan]zen jeder Wagen und jeder Kasten und jede Kon[ser]vendose recht, und oft hat man sich auch mit einer [leer]en Zigarettenschachtel begnügt. Kein Wunder, wenn [man] dann anläßlich einer Fördermittelrevision selbst sehr [ers]taunt war über die unglaublichen Spielarten, die man [in] solch ein allgemein wenig beachtetes Hilfsmittel bringen [kon]nte. Hier an dieser Stelle hat dann auch in bezug [auf] Flurförderung folgerichtig der Ausschuß für wirt[sch]aftliches Förderwesen beim Ausschuß für wirtschaft[lich]e Fertigung zuerst eingegriffen. Die Veröffentlichun[ge]n des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit Nr. 10, [11] und 12 geben hierfür erschöpfend Aufschluß.

Im folgenden sollen zunächst die Forderungen an [die] Fördermittel bei der Errichtung und Einrichtung neu[zei]tlicher Werkstätten aufgestellt werden, die sich bei [der] Fertigung größerer Reihen und der Massenfertigung [im] allgemeinen Maschinenbau ergeben[1]).

Die Anforderungen an die Fördermittel

Wir müssen hierbei, um die richtige Aufgabenstellung [zu] finden, auf die früher übliche Anordnung der Werk[stä]tten des allgemeinen Maschinenbaues zurückgreifen. [Die] Werkstätten waren entsprechend den Bearbeitungs[gä]ngen gegliedert in Drehereien, Fräsereien, Bohrereien [und] Stanzereien usw. Der heutige Reihenbau sowohl, als [auc]h die Massenfertigung haben sich von dieser Ein[teil]ung freigemacht. Sie stellen, wenn irgend möglich, [Ma]schinenstränge auf, die in bunter Reihe alle zur voll[stä]ndigen Bearbeitung irgendeines Teiles notwendigen [Ma]schinenarten und Vorrichtungen enthalten. Trotzdem [wer]den sich auch in solchen Werken, wenn es sich nicht [um] eine völlig einseitige Massenfertigung handelt, wenig[ste]ns bis zu einem gewissen Grade für Einzelfer[tig]ung noch die alten Werkstätteneinteilungen in mehr [ode]r weniger großem Umfange erhalten.

Die Fördermittel für die Werkstücke zwischen den [Mei]stereien und Abteilungen sind bekannt; fast jede Ab[teil]ung hat ihr eigenes Fördergerät. Handkarren, Hub[kar]ren und Elektrokarren beherrschen das Feld. Bei neu[zeit]lich, fördertechnisch gut durchgearbeiteten Betrieben [ist] der Verkehr zum mindesten von zentraler Stelle aus [gen]au geregelt. Die Fördermittel treffen in bestimmten [zeit]lichen Abständen zu genau bestimmten Zeiten, die fahr[pla]nmäßig festgelegt und bekanntgemacht sind, an be[stim]mt vorgeschriebenen Stellen der Werkstätte ein. Sie [brin]gen und holen gleichzeitig in kleineren oder größeren Mengen die angesammelten und zu fördernden Gegenstände. Sonderförderungen werden bei der Hauptförderstelle gemeldet, die möglichst auch bei solchen Anforderungen versucht, gleichzeitig mehrere Stellen zu befriedigen, um die Fördermittel nach jeder Richtung auszunutzen[2]).

Im Gegensatz zu den Ansprüchen der wie oben geschildert arbeitenden Werkstätten an die bekannten Fördermittel stehen die Ansprüche an die Fördermittel in der Großreihen- und Massenfertigung. Die hauptsächlichsten Forderungen heißen hier:

1. Das Fördermittel muß ununterbrochen bereit sein, seinem Zweck zu dienen, ohne Inanspruchnahme von Hilfspersonal.
2. Es muß das Werkstück unmittelbar vom Rohlager zum ersten Arbeitsplatz und von diesem zum Arbeitsplatz für den nächstfolgenden Arbeitsgang führen.
3. Es muß den Zufluß des Werkstückes so einrichten, daß es stets aus handlicher Höhe, in greifbarer Nähe, ohne Anstrengung und Zeitverlust aufgenommen werden kann.
4. Seine Fördergeschwindigkeit soll auf den Rhythmus der Bearbeitungsdauer der Einzelarbeitsgänge abgestimmt sein.
5. Es soll den sonstigen Verkehr in der Werkstätte möglichst wenig behindern und die Übersichtlichkeit nicht stören.
6. Es soll gegebenenfalls im Förderfluß den fertig bearbeiteten Gegenstand zum Montagelager oder unmittelbar auf das Förderband für den Zusammenbau bringen.

Bei Erfüllung aller dieser Forderungen ist eine selbstverständliche Voraussetzung, daß sich die Anlagekosten ebenso wie der Kraftverbrauch der Förderanlage in wirtschaftlichen Grenzen bewegen müssen. Diese wieder werden stark abhängig von der Größe und Schwere des Werkstückes sein, aber auch die Beschaffenheit und die Art der Bearbeitung des Werkstückes sind mitbestimmend. Man wird z. B. für einen Glaskörper oder ein auf Hochglanz poliertes Stück ein andres Fördermittel als für ein rohes Gußstück wählen müssen.

Es soll nun keineswegs gesagt sein, daß allen Anforderungen Rechnung getragen ist, wenn die herausgearbeiteten Forderungen berücksichtigt worden sind. Außer im allgemeinen Maschinenbau hat ja die Fließfertigung in fast allen Betrieben Eingang gefunden, ganz abgesehen davon, daß wir auch schon früher, wenn auch nicht unter dem neuen Namen, in manchen Industrien oder Gewerben schon eine gewisse Fließfertigung hatten (Brauereien, Brennereien, chemische Fabriken usw.). Aber auch im Maschinenbau werden noch Forderungen aufgestellt, die nicht allgemein gelten können. So sind vielfach in den Maschinen- und Fertigungssträngen Härte- und Trockenöfen aufgestellt, die an die Fördermittel weitere Anforderungen stellen. Hier wird als Sonderforderung die Beständigkeit der Fördermittel gegen hohe Temperaturen, mitunter auch gegen Gase und Säuren, sofern im Fluß noch Beizbäder oder galvanische Bäder aufgestellt sind, in Frage kommen.

Hier sollen nur die verschiedenen Förderungsmöglichkeiten bei Erfüllung der oben gestellten Forderungen für den allgemeinen Maschinenbau zusammenhängend aufgezeichnet werden.

Beispiele für Förderanlagen bei Reihen- und Massenherstellung

Es ergeben sich mannigfaltige Förderungsmöglichkeiten, wie aus Abb. 1 bis 24[3]) zu erkennen ist:

[1]) s. Mäckbach und Kienzle: Fließarbeit, Beiträge zu ihrer [Ein]führung; Berlin 1926, S. 94. Vergl. a. Kienzle, Z. Bd. 71 (1927) S. 309.

[2]) s. a. Brasch, Das Förderwesen in Betrieben mit stark wechselnder Fertigung, Z. Bd. 70 (1926) S. 573.

[3]) Abb. 1 bis 6 s. S. 256, Abb. 7 bis 12 Bildbl. 13, Abb. 13 bis 18 Bildbl. 14, Abb. 19 bis 24 Bildbl. 15, Abb. 25, 27 bis 29, 31 und 32 Bildbl. 16.

1. Werkstück von Hand zu Hand geben, Abb. 1.
2. Auf ruhenden Tischen oder an Gestellen von Werkplatz zu Werkplatz schieben, Abb. 2.
3. Auf ruhenden Tischen mittels kleiner Förderwagen, die dem Werkstück möglichst angepaßt sind, von Hand weiterschieben, Abb. 3 und 4.
4. Auf ruhenden Tischen mittels mechanisch bewegter Förderwagen weiterbringen, Abb. 5 und 6.
5. Auf Rutschen oder in Förderrinnen die Gegenstände durch Eigengewicht von Werkplatz zu Werkplatz fördern, Abb. 7 bis 9 (Bildbl. 13).
6. Auf Hängeschienen in kleinen Behältern oder an Haken hängend durch Eigengewicht oder motorische Kraft fördern, Abb. 10 und 11.
7. Auf Roll- und Rollenbahnen die Gegenstände durch Eigengewicht fördern, Abb. 12 bis 16, s. Bildbl. 14.
8. Auf angetriebenen Rollenbahnen fördern, Abb. 17 und 18.
9. Auf mechanisch angetriebenen ununterbrochen laufenden Ketten und Bändern die Teile fortbewegen, Abb. 19 bis 24 (Bildbl. 15).

Für auf Wagen oder sonstigen Behältern beförderte Gegenstände ist weiter die Frage zu lösen, wie die Behälter zum Ausgangspunkt zurückbefördert werden, Abb. 25 (Bildbl. 16).

Zu allen diesen Möglichkeiten kommen teilweise die weiteren Forderungen: Überbrückung von Wegen und Durchlässen und Überwindung von Höhenunterschieden.

Die zuerst genannte Forderung kann man in einfachster Weise durch die in Abb. 26 bis 28 (s. Bildbl. 16) gezeigten Fördermittel oder durch Klapptische erfüllen.

Die Anordnung der Fördermittel für Überwindung von Höhenunterschieden hängt in erster Linie vom Gewicht ab, Abb. 29 bis 31. Auch einen einfachen Seilzug kann man mitunter anwenden. Alle diese Abarten können, außer für die Förderung der Werkstücke im Fluß, zum größten Teil sowohl für die Zufuhr von Rohstoffen als auch für die Förderung des fertigen Gegenstandes zum Fertiglager oder zur Packerei benutzt werden.

Der Vollständigkeit halber sei noch kurz auf die Födereinrichtungen beim eigentlichen Zusammenbau der Einzelteile zum Fertigerzeugnis eingegangen. Alle früher angegebenen Mittel findet man wieder. In erster Linie tritt naturgemäß das laufende Band in Erscheinung, dabei wieder in den bekannten Formen als ununterbrochen laufendes Band und als rhythmisch laufendes Band, Abb. 32. Auch Rundtische mit Zuführung der Einzelteile in der Mitte sind bei kleinen Erzeugnissen vielfach in Anwendung.

Wie bei der Teilbearbeitung und beim Zusammenbau kann man letzten Endes auch bei der Förderung des Fertigerzeugnisses zum Lager und zur Packerei alle die vorhe[r] beschriebenen Grundformen wieder verwenden. In be[-] stimmten Fällen wird hierbei an das Fördermittel noc[h] eine Forderung gestellt werden müssen, nämlich die zwang[-] läufige Wägung oder die zwangläufige Zählung[4]).

Ein weiter auftretendes wichtiges Problem im moderne[n] Betrieb ist die Beförderung der Schriftstück[e]. Seilpost und Druckluftanlagen dürften die bevorzugte[n] Mittel zur Lösung sein. Hier gibt es eine ganze Reih[e] von zweckentsprechenden Einrichtungen, die an diese[r] Stelle nicht näher erläutert werden sollen.

Abb. 26
Hängebahn zur Überbrückung von Wegen und Durchlässen.

Abb. 30
Paternosterwerk zur Überwindung von Höhenunterschieden.

Grundsätze für die Auswahl

Welche von den verschiedenen Ausführungsarten wir[d] man nun zweckmäßig benutzen? Hier eine allgemein gü[l-] tige Regel aufzustellen, erscheint mir ein Unding. Zu se[hr] mitbestimmend sind die Formen, Größen und Gewichte d[er] Gegenstände und letzten Endes die zur Verfügung stehe[n-] den Mittel. Man lernt sich auch in der Praxis seh[r] bald bescheiden; denn die meist nicht unerheblichen A[n-] lagekosten zwingen zur Beschränkung. Aber wenn ma[n] auch mit einfachen und billigen Ausführungen nicht d[ie] restlos befriedigende Lösung erreicht, so wird man do[ch] im Betrieb zu wesentlichen Ersparnissen kommen.

In jedem Werk bildet sich sehr bald eine gewis[se] Norm für die Ausführung solcher Förderanlagen hera[us]. Es dauert gar nicht lange, dann sind einzelne Grun[d-] formen oft an den verschiedensten Stellen wieder zu ve[r-] wenden, und dadurch kommt man in den Betriebswer[k-] stätten selbst wieder zu einer gewissen Reihenfertigu[ng]. Hier sind besonders die Fördergefäße und Förderwag[en] sowie Einzelteile von Aufzug- und Umsetzvorrichtung[en] für die Normung geeignet. Aber auch die Ausführu[ng] von Tischen und Rutschen sowie Hängebahnen läßt si[ch] verhältnismäßig leicht in eine gewisse Norm bring[en]. Außerdem besteht in Deutschland eine ganze Reihe v[on] Sonderfabriken, die auf Grund von reichen Erfahrung[en] zweckdienliche Angaben machen können.

Man ersieht aus den Ausführungen, daß die neuz[eit-] liche Fertigung wohl vielseitige Forderungen an die Förd[er-] mittel stellt. Mit Hilfe von teilweise recht einfachen Mitt[eln] und bei Schaffung von gewissen Fabrikfördernormen a[l-] ist man sehr wohl in der Lage, allen Forderungen gere[cht] zu werden. Die Einführung in den Betrieb, vor all[em] die rasche Durchführung sowohl bei Neuaufstellung [als] auch bei Umstellung und in bezug auf Gestehungskost[en] kann dabei wesentlich erleichtert werden durch weise [Be-] schränkung auf einfache Grundformen. [B 1217]

[4]) Vergl. Ludwig, Elektrische Hilfsmittel für die Fertigu[ngs-] kontrolle, Z. Bd. 70 (1926) S. 1709.

Werkstoffe und Warmbehandlung hoch beanspruchter Zahnräder

Von Dr.-Ing. Adolf Hofmann, Berlin

In Anlehnung an den Vortrag in Reihe 12 „Werkstoff-Fragen im Fahrzeug- und Flugzeugbau" der Werkstofftagung, Berlin 1927

(Hierzu Bildblatt 17 und 18)

Grundlegender Unterschied in der Anwendung und Warmbehandlung der Einsatz- und Vergütungsstähle. — Die Genauigkeit der Räder ist abhängig von der Form, der Bearbeitung, dem Werkstoff und der Warmbehandlung. — Ausführliche Beschreibung der verschiedenen Werkstoffe und Warmbehandlungen der deutschen und amerikanischen Zahnräder sowie der verschiedenen Verfahren zur Vermeidung des Verziehens beim Härten und zum Schutz vor den Zementationsgasen an den Stellen, die man nach dem Härten noch bearbeiten muß.

Während man in Amerika schon seit einer Reihe von Jahren für hoch beanspruchte Zahnräder, die man aus Gründen der Festigkeit nicht aus Gußeisen r aus ungehärtetem Flußstahl anfertigen will, hoch oder drig mit Nickel, Chrom, Mangan, Vanadium usw. legierte rgütungsstähle, d. h. also kohlenstoffreiche Stähle verndet, die man durch Abschrecken aus der kritischen mperatur in ihren physikalischen Werten stark versert, kann man sich in Deutschland hierzu nur sehr wer entschließen. Man muß allerdings in Betracht hen, daß sich die amerikanischen Verhältnisse nicht ne weiteres auf Deutschland übertragen lassen. Ich erere an den amerikanischen Automobilgetriebebau, der besondern Räder aus Vergütungsstahl benutzt, wähd man in Deutschland hierfür vorwiegend im Einsatz härtete Zahnräder nimmt. Der Grund hierfür ist einchtend: die amerikanischen Kraftwagen laufen meist unmittelbarem Eingriff, also mit ausgeschaltetem Gebe; infolgedessen werden die Getrieberäder nur selten nsprucht und sind keinem dauernden Verschleiß unterrfen. In Deutschland gibt es aber Fälle, wo man seit ren im Einsatz gehärtete Räder verwendet, ohne je den rsuch mit den billigeren Vergütungsstählen gemacht zu ben.

Es ist schwierig, Zahnräder so zu härten, daß sie sich olge der beim Härten auftretenden Gefügeveränderungen ht verziehen. In Wasser gehärtete Stähle (Wasserrter) verziehen sich mehr als in Öl gehärtete (Ölhärter). ßer den Gefügeveränderungen gibt es aber auch noch ige andre Ursachen für das Verziehen, unter denen benders die Form der Räder und die Art ihrer Bearbeitung htig sind.

Einfluß der Form

Der Konstrukteur muß die nötigen Erfahrungen haben, geeignete Formen, die starkes Verziehen bei der Warmandlung verursachen, zu vermeiden. Räder mit unnstigen Querschnitten verziehen sich beim Vergüten und ch mehr beim Einsatzhärten oft so stark, daß sie ihre rmen und Abmessungen entweder gar nicht oder nur ter Anwendung aller möglichen Kunstgriffe beim Härten nigermaßen behalten. Jeder allzu plötzliche Übergang n dünneren zu dickeren Querschnitten hat ungleichmäßige rchwärmung des Stückes und somit sein Verziehen beim schrecken zur Folge. Scharfe Ecken und Kanten versachen infolge ihrer schnelleren Abkühlung beim Abrecken, daß sich die Räder werfen. Der Querschnitt uß symmetrisch sein, da z. B. bei einem Zahnrad mit unmmetrischem Flansch der Zahnkranz zum Verziehen igt. Möglichst einfache, glatte Formen der Räder sind zustreben, verwickeltere Formen sind nach Möglichkeit vermeiden, da sich solche Räder bei der Härtung oft stark werfen, daß auch das Fertigschleifen es nicht eder beseitigen kann. Auch auf die Größe der Räder, warm behandelt werden sollen, ist Rücksicht zu nehmen. nge, vor allem dünnwandige Naben sind bei dicken dern nicht aus einem Stück mit dem Rad zu fertigen gen der verschieden schnellen Abkühlung dieser Teile d des daraus folgenden Verziehens. In solchem Falle uß man den Zahnkranz mit einem kurzen Flansch verhen und erst nach dem Härten mit der Nabe verbinden

Einfluß der Bearbeitung

Man muß auch beachten, daß sich der geringste Fehler der Bearbeitung bei der Härtung durch Verziehen rächt. im Zähnefräsen entstehen in den Zähnen Spannungen, die bei der nachfolgenden Warmbehandlung ausgelöst werden. Hierbei verziehen sich die Zahnräder um so stärker, je stumpfer die Werkzeuge sind, mit denen die Zähne gefräst werden; es ist bekannt, wie sehr gerade hierin in den Werkstätten gesündigt wird! Um die Spannungen und das daraus unbedingt folgende Verziehen möglichst zu verringern, geht man heute in sehr vielen Betrieben dazu über, die Räder zwischen der Schrupp- und Fertigbearbeitung auszuglühen. Dieses Zwischenglühen zwischen den einzelnen Bearbeitungsstufen kann aber nur die infolge der mechanischen Bearbeitung entstandenen Spannungen beseitigen, jedoch nicht das Verziehen, das beim Härten infolge der Umwandlung im Gefüge des Stahles eintritt.

In den Fällen nun, wo Zwischenglühen nicht zum Ziele führt und man völlig genaue Räder haben muß, schleift man sie auf das genaue Maß, damit die durch die Härtung verursachten Ungenauigkeiten beseitigt werden. Welchen Aufwand an Zeit und Geld das Schleifen erfordert, ist einleuchtend. Man muß deshalb durch Auswahl des richtigen Werkstoffes und durch geeignete Härteverfahren das Verziehen auf das Mindeste beschränken.

Einsatzstähle und Vergütungsstähle

Bei der Frage nach dem richtigen Werkstoff geben Form und Größe der Räder und die Art ihrer Beanspruchung, besonders Umfangsgeschwindigkeit, spezifischer Flächendruck, Biegung und vor allem Stoßbeanspruchung den Ausschlag. In der vorliegenden Arbeit sollen nur Räder aus Baustählen behandelt werden, deren Eigenschaften sich durch Warmbehandlung verbessern lassen.

Man muß die Zahnräder und ihre Werkstoffe in zwei große Gruppen einteilen: Zur ersten Gruppe gehören die am höchsten beanspruchten Räder, die bei großen Umfangsgeschwindigkeiten beträchtlichem spezifischem Flächendruck bei hoher Biegungsbeanspruchung, also starkem Verschleiß unterworfen sind. Das sind vor allem die Räder, die infolge plötzlichen Einschaltens dauernd starke Schläge auszuhalten haben. Für diese verwendet man die Einsatzstähle.

Die zweite Gruppe umfaßt die Räder, die wohl auch eine hohe Biegungsbeanspruchung aushalten müssen, an die man aber nicht so hohe Anforderungen stellt, wie an die Räder der ersten Gruppe. Hierfür kommen die Vergütungsstähle in Frage.

Bei der Wahl der Werkstoffe muß man sich nun auf Erfahrungen stützen, ob man am vorteilhaftesten Einsatz- oder Vergütungsstähle verwendet. Die Einsatzstähle erhalten durch die Einsatzhärtung eine glasharte Oberfläche, bleiben aber im Kern weich, während die Vergütungsstähle keine harte Außenkruste haben, aber außen und innen fest und zäh sind. Bei den Zahnrädern aus Einsatzstahl geht je nach der Dicke des Zahnes und der Dauer des Einsetzens die mit Kohlenstoff angereicherte Außenkruste mehr oder weniger tief; sie ist so glashart, daß eine Härtefeile sie nicht angreift. Dagegen kann man die Zahnräder aus Vergütungsstahl an der Oberfläche und im Kern gleich gut anfeilen. Die Warmbehandlung ist bei beiden Stahlarten entsprechend verschieden.

In Zahlentafel 1 und 2 sind die chemische Zusammensetzung, die wichtigsten physikalischen und technologischen Eigenschaften und die Anwendungsgebiete der für Zahnräder am meisten verwendeten Stähle zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Einsatzstähle fü

Warmbehandlung: Einsetzen je nach gewünschter Festigkeit und Zähigkeit mit Rücksic

Nr.	Chemische Zusammensetzung								Zugfestigkeit		Streckgrenze		Dehnung ($L = 1$	
		C vH	Ni vH	Cr vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH	geglüht kg/mm²	im Kern nach dem Härten kg/mm²	geglüht kg/mm²	im Kern nach dem Härten kg/mm²	geglüht vH	im Ker[n] nach d[em] Härte[n] vH
1	unlegiert	0,10 bis 0,15	—	—	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	45	60	28	40	24	16
2	schwach mit Nickel legiert	0,10 bis 0,15	1,5	—	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	50	75	30	55	25	13
3	nur mit Nickel legiert	0,10 bis 0,15	3,5	—	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	55	90	35	70	22	10
4	mit mehr Nickel legiert als Nr. 3	0,10 bis 0,15	5,0	—	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	60	95	40	75	18	10
5	mit Chrom und Nickel legiert	0,10 bis 0,15	3,5	0,90	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	65	110	45	95	18	8
6	mit Chrom und mehr Nickel legiert als Nr. 5	0,10 bis 0,15	4,5	0,90	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	70	140	50	120	16	7
7	nur mit Chrom legiert	0,10 bis 0,15	—	0,90	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	55	90	35	70	15	7

Zahlentafel 2. Vergütungsstähle f

Warmbehandlung: Auf Härtetemperatur erwärmen und in Öl abschrec

Nr.	Chemische Zusammensetzung								Zugfestigkeit		Streckgrenze		Dehnung ($L =$	
		C vH	Ni vH	Cr vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH	geglüht kg/mm²	vergütet kg/mm²	geglüht kg/mm²	vergütet kg/mm²	geglüht vH	ver[gütet] v[H]
1	nur mit Nickel legiert	0,40	3,5	—	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	75	140	45	120	16	
2	mit Chrom und Nickel legiert	0,30	3,0	1,0	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	70	150	45	140	16	
3	mit mehr Chrom und Nickel legiert als Nr. 2	0,40	4,5	1,3	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	80	160	55	155	14	
4	nur mit Chrom legiert	0,40	—	1,0	0,50	0,35	höchst. 0,030	höchst. 0,030	65	155	45	135	12	

ınräder

Verziehen in 1 bis 3 Stufen

Varm- andlung	Eigenschaften	Anwendungsgebiet
etzen in 3 Stufen recken in asser	Nach Einsetzen glasharte Außenkruste, widerstandfähig gegen Verschleiß, aber infolge Fehlens von Nickel auch gehärtet nicht besonders fest. Infolge der Wasserhärtung stärkeres Werfen als bei den Ölhärtern Nr. 3 bis 7	Räder, die dauernd ein- und ausgeschaltet werden und die man aus Rücksicht auf Verschleiß weder aus weichem unlegierten Flußstahl noch aus Vergütungsstahl herstellen will
etzen in 3 Stufen hrecken Wasser	Nach Einsetzen glasharte Außenkruste, widerstandfähig gegen Verschleiß. Kern weich, aber infolge Nickelgehaltes etwas fester als Nr. 1, jedoch nicht so fest wie Nr. 3 bis 7	Wie Nr. 1, nur mit dem Unterschiede, daß er für Räder verwendet wird, für die die Kernfestigkeit von Nr. 1 nicht ausreicht
etzen in 3 Stufen hrecken n Öl	Nach Einsetzen glasharte Außenkruste, widerstandfähig gegen Verschleiß. Kern weich, aber noch fester und zäher als Nr. 2 infolge höheren Nickelgehaltes; infolge Fehlens von Chrom nicht so fest wie Nr. 4 bis 6	Für Teile, bei denen die Kernfestigkeit von Nr. 1 u. 2 nicht ausreicht, aber keine so hohen Gütezahlen wie bei Nr. 4 bis 6 verlangt werden; sonst wie Nr. 1, nur mit d. Unterschiede, daß die Räder infolge der Ölhärtung sich nicht so stark werfen wie Nr. 1 u. 2
etzen in 3 Stufen hrecken n Öl	Wie Nr. 3, nur Kernfestigkeit infolge höheren Nickelgehaltes höher als bei Nr. 3, jedoch infolge Fehlens von Chrom niedriger als bei Nr. 5 u. 6	Wie bei Nr. 1, aber verwendbar für Räder, für die die Gütezahlen von Nr. 3 nicht ausreichen und von denen man keine so hohen Güteziffern verlangt wie von Nr. 5 u. 6
etzen in 3 Stufen hrecken n Öl	Nach Einsetzen glasharte Außenkruste. Kern sehr fest und zäh; infolge Chrom- und Nickelgehaltes wesentlich bessere Eigenschaften als Nr. 1 bis 4	Wie bei Nr. 1, aber für hochbeanspruchte Räder, wo Nr. 1 bis 4 nicht ausreichten, besonders für stark durch Schlag beanspruchte Räder
etzen in 3 Stufen chrecken in Öl	Wie Nr. 5, nur Eigenschaften noch besser. Der höchstwertige Stahl, der z. Z. auf dem Markt ist	Wie bei Nr. 1, aber ganz besonders für hoch durch Schlag beanspruchte Räder, für die auch Nr. 5 nicht ausreicht
etzen in 3 Stufen hrecken n Öl	Auch fest und zäh, aber infolge Fehlens von Nickel nicht so zäh wie Nr. 3 u. 4 und bei weitem nicht so fest und zäh wie Nr. 5 u. 6; infolge Fehlens von Nickel billiger als Nr. 3 bis 6	Für Räder, die harte Außenkruste haben müssen, an deren Zähigkeit man aber keine so hohen Anforderungen stellt wie an Nr. 3 bis 6

hnräder

nicht zementieren

Warm- andlung	Eigenschaften	Anwendungsgebiet
850° in Öl hrecken. assen je röße und nschter gkeit auf bis 600°	Keine harte Außenkruste, Kern und Außenschicht gleich fest und zäh. Verschleiß größer als bei gehärteten Einsatzstahlrädern. Immerhin hohe Festigkeit bei noch verhältnismäßig großer Dehnung	Räder, die keiner Schlagbeanspruchung ausgesetzt werden, jedoch härter und fester sein sollen als Räder aus Flußstahl
850° in Öl recken. assen je röße und nschter keit auf bis 600°	Wie bei Nr. 1, jedoch infolge Chromgehaltes höhere Festigkeits-, aber geringere Dehnungswerte	Wie bei Nr. 1
850° in Öl hrecken. assen je röße und inschter keit auf bis 600°	Wie bei Nr. 1 u. 2, aber infolge höheren Kohlenstoff-, Chrom- und Nickelgehaltes höhere Festigkeits-, aber geringere Dehnungswerte als Nr. 1 und 2	Wie bei Nr. 1 u. 2, jedoch infolge der höheren Festigkeit und geringeren Dehnung noch weniger für Schlagbeanspruchung verwendbar als Nr. 1 und 2
850° in Öl hrecken. [illegible]	Ungefähr wie Nr. 2 und 3. Infolge Fehlens von Nickel billiger, aber auch spröder als Nr. 1 bis 3	Wie bei Nr. 1 bis 3, jedoch nur für Räder, an die man nicht so hohe Anforderungen stellt wie an Räder aus Nr. 1 bis 3. Im amerikanischen Autobau allgemein für Getrieberäder verwendet

Einsatzstähle

Zahlentafel 1 zeigt sieben verschiedene Einsatzstähle für Zahnräder, die in zwei große Gruppen, Wasser- und Ölhärter, eingeteilt werden. Die Stähle 1 und 2 sind Wasserhärter und unterscheiden sich nur dadurch voneinander, daß der erste unlegiert ist, während der zweite 1,5 vH Nickel enthält. Der Nickelgehalt verleiht dem Stahl höhere Festigkeitswerte, die besonders nach der Wasserhärtung hervortreten. Zugfestigkeit und Streckgrenze unterscheiden sich bei beiden Stählen im geglühten Zustand nur um rd. 2 bis 5 kg/mm² im gehärteten Zustand dagegen um 15 kg/mm².

Zu den Ölhärtern, die nach dem Einsetzen und nach dem Abschrecken in Öl eine glasharte Oberfläche haben, gehören die Stähle 3 bis 7. Man unterscheidet:

1. Nickeleinsatzstähle — Stahl 3 und 4 — für Räder, die keine so große Festigkeit im Kern haben müssen wie Räder aus Chromnickelstahl.
2. Chromnickel-Einsatzstähle — Stahl 5 und 6 —, die wegen ihrer besonders hohen Festigkeitswerte für Zahnräder bevorzugt werden; besonders fallen die hohe Festigkeit und Streckgrenze des Kerns nach der Härtung in Öl auf;
3. Chromeinsatzstähle — Stahl 7 —, die wegen ihrer gegenüber Chromnickel-Einsatzstählen geringen Widerstandfähigkeit gegen Schlag in Deutschland verhältnismäßig wenig verwendet werden.

Vergütungsstähle

Zahlentafel 2 zeigt die Vergütungsstähle für Zahnräder. Sie haben schon nach einfachem Erwärmen und Abschrecken in Öl, also ohne Einsatz, Festigkeiten bis zu 160 kg/mm². Man unterscheidet bei den Vergütungsstählen, genau wie bei den in Öl härtbaren Einsatzstählen, drei Gruppen:

1. Nickelvergütungsstähle — Stahl 1 —, die man dort verwendet, wo keine so hohen Gütewerte verlangt werden wie bei den Chromnickel-Vergütungsstählen;
2. Chromnickel-Vergütungsstähle — Stahl 2 und 3 — mit den besonders guten Festigkeitseigenschaften;
3. Chromvergütungsstähle — Stahl 4 —, die wegen ihres niedrigen Preises in Amerika viel verarbeitet werden. In Deutschland haben sie wegen ihrer gegenüber den Chromnickel-Vergütungsstählen geringen Widerstandfähigkeit gegen Schlag nicht recht Eingang gefunden.

In Amerika verarbeitet man außer reinen Chromstählen auch Mangan-, Mangansilizium-, Manganchromsilizium- und andre Vergütungsstähle, die gleichfalls wegen ihrer im Vergleich mit den Chromnickel-Vergütungsstählen geringen Schlagfestigkeit in Deutschland noch keine weitere Verbreitung gefunden haben.

Unlegierte Kohlenstoff-Vergütungsstähle eignen sich weniger für Werkstücke mit großen Querschnitten, da diese infolge des Fehlens von Legierungsbestandteilen wie Chrom, Nickel usw. nicht mehr bis zum Kern durchvergütet oder durchgehärtet werden.

Der Hauptunterschied zwischen Einsatz- und Vergütungsstählen liegt in ihrem Kohlenstoffgehalt. Einsatzstähle haben durchschnittlich 0,10 bis 0,20 vH Kohlenstoff, Vergütungsstähle ausnahmslos im Mittel 0,35 vH. Bei Vergütungsstählen erreicht man bei gleicher Warmbehandlung höhere Festigkeits-, aber niedrigere Dehnungswerte im Kern, als bei den Einsatzstählen. Das ist trotz gleicher Legierungszusätze von Chrom, Nickel, Mangan usw. auf den höheren Kohlenstoffgehalt der Vergütungsstähle zurückzuführen. Der Gehalt an Nickel schwankt bei beiden Stahlarten normalerweise je nach der Güte zwischen 1 und 5 vH, der Chromgehalt und der Mangangehalt zwischen 0,3 und 1 vH. Die z. Z. hochwertigsten Stähle sind wohl die Chromnickel-Einsatzstähle mit 3 bis 5 vH Nickel und 0,5 bis 1 vH Chrom. Für weniger beanspruchte Räder, die keinen so festen, zähen Kern erfordern, kann man natürlich auch die niedriger legierten Einsatzstähle verwenden.

Alle hochlegierten Chromnickel-Einsatzstähle werden in Öl gehärtet. Bei den niedriger legierten reicht

die Ölhärtung je nach den Legierungszusätzen zur Erzielung großer Oberflächenhärte nicht mehr aus. In diesem Falle muß man zu der schrofferen Wasserhärtung greifen, die leider stärkeres Verziehen zur Folge hat.

Härtung der Einsatzstähle

Die Einsatzstähle werden je nach der Wirkung, die man erzielen will, in einer, zwei oder drei Arbeitstufen im Einsatz gehärtet.

1. Einsetzen in einer Stufe. Zementieren bei 850° kürzere oder längere Zeit, je nach der gewünschten Tiefe der Härtung und nach der Dicke der Zähne, danach Abkühlen in Öl aus dieser Temperatur. Diese Härtung ist die einfachste und billigste und kommt nur für weniger wichtige Teile in Frage, da der Kern und vor allem die aufgekohlte Einsatzschicht infolge der Zementation und des Abschreckens aus der hohen Temperatur überhitzt und grobkörnig wird, Abb. 1 bis 4 (Bildbl. 17).

2. Einsetzen in zwei Stufen. Hierfür gibt es zwei Verfahren, je nachdem man mehr Wert auf festeren, zäheren Kern oder auf geringeres Verziehen legt. Im ersteren Falle wendet man folgendes Verfahren an:

Einsetzen wie bei dem Einsatzverfahren in einer Stufe, d. h. in Öl aus der Einsatztemperatur von 850°. Nochmals Erwärmen auf rd. 780 bis 800°, je nach der Dicke der Querschnitte und der Zusammensetzung des Werkstoffes, danach Kühlen in Öl. Dieses Verfahren nennt man Doppelhärtung. Da man hierbei jedoch mit starkem Werfen und Verziehen der Zähne rechnen muß, ist es für Zahnräder, bei denen man Wert auf Genauigkeit legt und die nicht nachgeschliffen werden sollen, nicht zu empfehlen.

Die andere Einsatzhärtung in zwei Arbeitstufen ist folgende: Zementieren genau wie bei dem soeben besprochenen Verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß man nicht sofort aus der hohen Einsatztemperatur heraus abschreckt, sondern den Einsatzkasten mit Inhalt langsam erkalten läßt. Hierauf erwärmt man nochmals auf rd. 780 bis 800°, je nach der Dicke der Querschnitte und der Zusammensetzung des Werkstoffes, und schreckt dann aus dieser Temperatur in Öl ab. Dieses Verfahren wird von beiden mehr bevorzugt, da das langsame Erkalten das Verziehen wesentlich verringert, Abb. 5 bis 8 (Bildbl. 17).

3. Einsetzen in drei Stufen. Hierbei verziehen sich die Stücke am wenigsten, und das Gefüge wird sehr dicht und feinkörnig. Wenn es sich z. B. um verwickelte Teile, etwa ein hochbeanspruchtes, dünnwandiges Kegelrad mit Kupplungszähnen handelt, härtet man folgendermaßen:

Zementieren wie bei dem zweiten Verfahren zur Härtung in zwei Stufen, also langsam im Einsatzkasten erkalten lassen. Dann bei rd. 625 bis 650° nochmals längere Zeit Glühen zur Verfeinerung des Gefüges. Endlich als dritte Stufe Erwärmen auf rd. 780 bis 800° und Abschrecken in Öl. Man nennt dieses Verfahren: „Einsetzen unter Rückfeinung des Kerns durch Zwischenglühen.“ Es ist das teuerste, aber auch vollkommenste und ist für Teile anzuwenden, bei denen es auf möglichst geringes Verziehen bei sehr großer Festigkeit und Zähigkeit des Kernes ankommt; es ist wohl allgemein üblich, Abb. 9 bis 12 (Bildbl. 18).

Nachträgliches Anlassen ist bei Einsatzstählen meist nicht nötig, höchstens in Fällen, wo die Zähne so dünn sind, daß nach dem Einsetzen ein zu dünner weicher Kern bleibt. In diesem Falle genügt meistens das Anlassen in kochendem Wasser oder in Öl bei 150°, wobei die Härte nicht abnimmt, aber die inneren Spannungen verschwinden.

Zahlentafel 3 zeigt die Unterschiede der Härte nach Brinell und Rockwell an der Oberfläche der aufgekohlten Einsatzschicht eines aus Chromnickel-Einsatzstahl Nr. 6 hergestellten, in 1 bis 3 Stufen gehärteten Zahnrades.

Auffällig ist der Unterschied der Härte zwischen dem Einsetzen in einer und in zwei Stufen. Beim Einsetzen in einer Stufe ergibt sich, wie auch Abb. 1 bis 4 zeigen, grobkörniges austenitisches Gefüge infolge des unmittelbaren Abschreckens aus der lange einwirkenden Einsatzhitze.

Einsatztemperaturen

Leider wird beim Einsetzen sehr viel gesündi sowohl bei der Temperatur und der Dauer der Zeme tation, als auch bei der Abschrecktemperatur. Für a Fälle gilt die Regel „So kurze Zeit bei so niedrig Temperatur einsetzen, daß man gerade noch die u bedingt nötige Aufkohlung erhält.“ Was darüber ist, v größert unnötig die Sprödigkeit und das Verziehen d Werkstückes; das muß man mit allen Mitteln zu v meiden suchen. Bei verwickelt gestalteten Räde empfiehlt sich außerdem zur Vermeidung der durch schnelle Erwärmung auftretenden Spannungen und d daraus entstehenden Verziehungen in jedem Falle ga langsames Vorwärmen in einem besonderen Ofen a rd. 600 bis 650°; erst dann sind die Stücke langsam a die Härtetemperatur zu erwärmen.

Legierte Einsatzstähle haben immer, besonders i gehärteten Zustand, ein feineres Gefüge als unlegier Kohlenstoff-Einsatzstähle; die Feinheit hängt von den L gierungszusätzen ab. Sie haben außerdem auch ein größeren Spielraum der Härtetemperatur als unlegier Stähle, da man sie im Ölbad abschreckt. Bei unlegiert Stählen muß man auf bedeutend genauere Einhaltung d Temperaturen achten als bei legierten. Hiermit soll ab nicht gesagt werden, daß man die legierten Stähle b liebig überhitzen kann. Immerhin spielen Temperatu unterschiede von rd. 30° bei den Nickel- und Chro nickel-Einsatzstählen eine wesentlich geringere Rolle a bei unlegierten Einsatzstählen. Die Einsatztemperatur selbst liegen bei diesen zwischen 850 und 880°, bei d legierten Einsatzstählen etwas niedriger, zwischen 8 und 850°. Die unlegierten Einsatzstähle müssen na dem Einsetzen in Wasser abgeschreckt werden und v ziehen und werfen sich infolgedessen verhältnismäß stark. Die legierten dagegen, wie Nickel- und Chro nickelstähle, haben infolge der Härtbarkeit in Öl d Vorteil des geringeren Verziehens. Der Hauptvorteil d Chromnickel-Einsatzstähle liegt aber in ihrer wesentli höheren Festigkeit und Zähigkeit. Aus diesen Gründ wählt man heute in Fällen, wo es mehr auf gute Eige schaften als auf den Preis ankommt, Chromnickelstäh als Werkstoff für Zahnräder.

Der Vorzug der im Einsatz gehärteten Räder im a gemeinen ist die glasharte aufgekohlte Außenkrus die den Widerstand gegen Verschleiß sehr erhöht; i Nachteil ist das mehr oder weniger große Verziehen i folge der Zementation. Man verwendet deshalb für Räd bei denen keine glasharte Oberfläche, aber ein zäh fester Kern nötig ist, Vergütungsstähle. Diese sind äh lich zusammengesetzt wie die Einsatzstähle mit Ausnahm des Kohlenstoffgehaltes, der bei Vergütungsstählen höh ist. Die Vergütungsstähle haben den Einsatzstählen g genüber den Vorteil, daß man sie nicht mehrere Stund einsetzen muß.

Härtung der Vergütungsstähle

Räder aus Vergütungsstählen, Abb. 13 bis 16 (Bildbl. 1 kann man im offenen Ofen, im Blei- oder Salzbad us erwärmen und danach in Öl abschrecken. Um eine b sondre Zähigkeit zu erreichen, ist nachfolgendes Anlass auf 200 bis 550°, je nachdem, ob man die Räder ha oder zäh wünscht, danach Abkühlen in Öl oder Wass erforderlich. Die Dauer des Anlassens richtet sich na der Größe der Teile. Je nach der Art des Vergütens ka man Festigkeiten bis 180 kg/mm² und mehr erreich Allerdings nimmt mit steigender Festigkeit die Dehnu ab. Durch Anlassen kann jedoch die Dehnung wieder höht werden, leider aber auf Kosten der Festigkeit. I normalen Anlaßtemperaturen von 500 bis 600° erzi man Mittelwerte von 90 bis 100 kg/mm² Festigkeit bei bis 10 vH Dehnung, Abb. 17 bis 20.

Zahlentafel 3

Anzahl der Einsatzstufen	Härte nach Brinell	Härte nach Rockwel
1	540 bis 560	C 55 bis 57
2	600 „ 620	C 63 „ 64
3	595 „ 615	C 62 „ 63

Abb. 17
Nickel-
vergütungsstahl
Nr. 1

Abb. 18
Chromnickel-
Vergütungsstahl
Nr. 2

Abb. 19
Chromnickel-
Vergütungsstahl
Nr. 3

Abb. 20
Chrom-
vergütungsstahl
Nr. 4

Abb. 17 bis 20
Einfluß des Anlassens auf Vergütungsstähle; vergütet bei 840 ° in Öl, ½ h angelassen, sodann in Öl abgekühlt.

Bei Rädern aus Vergütungsstahl ist die Gefahr des ziehens weit geringer, als bei den aus Einsatzstählen, Nachteil ist ihre nicht sehr große Oberflächenhärte. ı Vergütungsstahl ist deshalb dort der Vorzug zu en, wo man mehr Wert auf Genauigkeit als auf große erstandfähigkeit gegen Verschleiß legt.

Abb. 21 zeigt die Verteilung der Härte in einem Chrom-ütungsstahl von 80 mm Dmr., der bei 840 ° in Öl vert und auf 500 ° angelassen wurde. Der Unterschied in Härte der Außenschicht und des Kernes ist sehr gering.

Chrom- und Chromvanadiumstähle

In letzter Zeit, und zwar hauptsächlich angeregt durch amerikanischen Automobilbau, beginnt man auch in tschland außer Chromnickel-Vergütungsstählen reinen omstählen mit 0,35 bis 0,45 vH Kohlenstoff und rd. 1 Chrom, außerdem Chromvanadiumstählen derselben ammensetzung mit 0,10 bis 0,20 vH Vanadium sein enmerk zuzuwenden. Vanadium wirkt bei den Bauilen hauptsächlich als Desoxydationsmittel; auf die sikalischen Eigenschaften des Stahles hat es keinen großen Einfluß. Diese Wirkung des Vanadiums man aber nicht verwechseln mit der im Schnellstahl, dessen Schneidhaltigkeit durch Vanadium ganz bedeutend erhöht wird. Vergleicht man gleiche Baustähle, die mit und ohne Zusatz von Vanadium im Elektroofen erschmolzen sind, so erkennt man keine nennenswerten Festigkeitsunterschiede; deshalb verwendet z. B. Ford heute im Gegensatz zu früher keine Chromvanadium-Vergütungsstähle mehr, sondern vorwiegend reine Chromvergütungsstähle. Man kühlt die Räder aus Chromvanadiumstahl, ähnlich wie die aus Chromnickel-Vergütungsstahl, aus rd. 850 ° in Öl ab. Angelassen werden sie, je nachdem man sie hart oder zäh wünscht und je nach ihren Querschnitten und den gewünschten Festigkeitseigenschaften, auf 200 bis 600 °. Die Festigkeitswerte sind ähnlich den der Chromnickel-Vergütungsstähle; nur die Zähigkeit ist infolge Fehlens von Nickel wesentlich geringer. Die Versuche mit diesen Stählen wurden hauptsächlich dadurch veranlaßt, daß man für die teuren Nickel- und Chromnickel-Vergütungsstähle einen möglichst gleichwertigen, aber billigeren Ersatz schaffen wollte.

Abb. 21
Verteilung der Härte in einem Chromvergütungsstahl, bei 840 ° in Öl vergütet, auf 500 ° angelassen.

1. 259 Brin., C 33 Rockw.
2. „ „ „ „
3. 277 „ „ C 35 „
4. „ „ „ „

Lufthärtestähle

Außer den in Öl härtbaren Vergütungsstählen werden auch Lufthärtestähle verwendet. Die Lufthärtung bietet infolge ihrer gelinderen Abschreckwirkung den Vorteil des noch geringeren Verziehens. Die Lufthärtestähle werden schon beim Erkalten an der Luft aus der Härtetemperatur hart. Diese Stähle kommen allerdings nur für solche Räder in Frage, bei denen die Beanspruchung auf Verschleiß geringer ist, als bei den Rädern, die man aus Einsatzstahl fertigt, jedoch immer noch so, daß Vergütungsstähle zu weich sind. Für diesen Zweck liefern die Stahlwerke sehr hochwertige Chrom- und Chromnickelstähle. Da die Lufthärtestähle durch und durch hart sind, also keinen zähen Kern haben, und außerdem in der Warmbehandlung außerordentlich empfindlich sind gegen die geringsten Fehler, ist bei ihrer Anwendung größte Vorsicht geboten. Die Lufthärtestähle werden ähnlich wie die Vergütungsstähle für Ölhärtung auf ziemlich hohe Temperaturen angelassen, damit ihre große Sprödigkeit abnimmt. In der deutschen Automobilindustrie haben deshalb Lufthärtestähle noch keinen Eingang gefunden.

Leider gibt es bis jetzt weder für Zahnräder noch für andre Teile, bei denen es auf eine genaue Einhaltung der Form auf 1/100 mm, ja sogar 1/1000 mm ankommt, noch keinen Stahl mit niedrigem oder hohem Kohlenstoffgehalt, legiert oder unlegiert, der bei der Warmbehandlung oder Härtung seine Maße durchaus nicht verändert.

Nitrierhärtung

Auch das Kruppsche Nitrierverfahren[1]) hat diese Aufgabe noch nicht gelöst. Bei diesem Verfahren erhält ein mit Chrom und Aluminium legierter Sonderstahl — rd. 1,5 bis 2 vH Chrom, 0,20 bis 0,40 vH Kohlenstoff, je nach der gewünschten Festigkeit, Zusatz von Aluminium — durch Einwirkung von Stickstoff in statu nascendi (im Entstehungszustande) bei 580° ohne nachfolgendes Abschrecken eine glasharte Oberfläche; die nitrierten Teile läßt man langsam an der Luft erkalten. Leider verändert sich auch hierbei die Form, wenn auch nur sehr wenig, dadurch, daß der Stickstoff, der sich an der Oberfläche des Stahles anlagert, eine Volumenvergrößerung hervorruft. Ich habe z. B. bei Dornen von 10 mm Dmr. nach dem Nitrieren eine Vergrößerung des Durchmessers um 2/100 bis 3/100 mm beobachtet. Das Verfahren ist deshalb für Teile, bei denen es auf wenige hundertstel Millimeter Genauigkeit ankommt und die man nicht fertigschleifen kann oder will, ungeeignet. Ein Nachteil des Nitrierverfahrens ist, daß man damit eine nur wenige zehntel Millimeter dicke glasharte Außenschicht erreicht, die man schon mit einem leichten Hammer einschlagen kann. Im ganzen bietet aber das Nitrierverfahren unbedingt große Vorteile bei Stücken, die keine großen Drücke auszuhalten haben und bei denen es nicht auf eine Genauigkeit von wenigen hundertstel Millimetern ankommt. Bevor man Teile aus nitriertem Stahl verwendet, ist es ratsam, bei dem Stahllieferer anzufragen, ob die nitrierte Schicht für die Beanspruchungen ausreicht.

Härtemaschine für Zahnräder

In England soll zur Zeit die Zahnräderhärtemaschine nach Shorter[2]) oft verwendet werden. Das Verfahren besteht in einer kräftigen Erhitzung des Zahnes an den zu härtenden Stellen mittels eines Azetylen-Sauerstoffbrenners und einer sofortigen Abkühlung durch reichliche Zuführung von Wasser. Hierdurch wird eine harte Schicht erzielt, während das Innere seine normale zähe Beschaffenheit behält. Weil der Kern nicht mit erwärmt wird, bietet er für die Beibehaltung der Zahnformen beim Abschrecken einen gewissen Halt. Auch bei diesem Verfahren wird das Verziehen zwar nicht gänzlich vermieden, es wird aber aufs äußerste herabgesetzt. Die Gleichmäßigkeit der Härtung hängt von der Geschwindigkeit und Genauigkeit ab, mit der die Maschine arbeitet.

Härtung mittels Bleibades

Übrigens kann man eine ähnliche Wirkung mit der Härtung im Bleibad erzielen. Flüssiges Blei hat die Eigenschaft, seine Wärme sehr schnell an andre Körper abzugeben. Dies kann man sich bei der Härtung von Zahnrädern im Bleibad zunutze machen, indem man die Zähne sehr schnell, also nur auf ganz geringe Tiefe, erwärmt und in diesem Zustand sehr schnell abschreckt. Hierbei erhält der Zahn durch den noch kühlen Kern eine gewisse Stütze gegen Verziehen. Man muß nur darauf achten, daß die Temperatur des Bleibades hoch genug ist, damit die Erwärmung der äußeren Schicht schnell vor sich geht. Die Härtung mittels Bleibades ist allerdings nur für Zahnräder mit nicht zu dünnen Zähnen zu empfehlen, da sich dünne Zähne zu schnell durchwärmen.

Die Härteverfahren nach Shorter und im Bleibad sind allerdings für hochbeanspruchte Zahnräder wenig empfehlenswert, da die dünne, harte Außenkruste in den weichen Kern hineingedrückt werden kann, so daß das Rad unbrauchbar wird.

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 612.
[2]) „The Engineer" Bd. 142 (1926) S. 661.

Härtung mittels Härtemasken

Am besten beschränkt man das Verziehen beim schrecken mittels Härtemasken. Hierbei werden die T des Rades, die nicht hart sein müssen, mittels eiser Formen abgedeckt und dadurch vor schroffer Abkühlu also vor Verziehen, geschützt. Diese geschützten Ste bilden für das ganze Rad eine gewisse Stütze und ha das Verziehen auf. Dringend nötig ist allerdings, das Kühlöl überall gut durchfließen kann, damit das ga Stück gleichmäßig gekühlt wird. Zu diesem Zwecke sich die Anwendung der Gleason-Här maschine als besonders vorteilhaft erwiesen. Da d Maschine sehr schwer und verhältnismäßig teuer findet man sie in Deutschland nur in geringer Anzahl.

Erwähnenswert sind noch die verschiedenen Verfahr um die Stellen, die nachträglich bearbeitet werden sol beim Einsetzen vor dem Eindringen des Kohlenstoffes schützen.

Das einfachste Verfahren ist das Auftragen ei dicken Schicht fetten, nassen Lehmes auf diese Stel Wenn nötig, verwendet man hierzu kleine Vorrichtun wie Rohre, Scheiben und Drahtgeflecht, damit der Le besser haftet. Ein Nachteil des nassen Lehms ist, daß in der Wärme schwindet, so daß sich Risse bilden, das Eindringen der kohlenstoffreichen Zementationsg nicht völlig verhindert wird. Etwas besser, aber a teurer sind die streichfesten Pasten, die unter den schiedensten Bezeichnungen verkauft werden. Sie bestel hauptsächlich aus Wasserglas, das mit Lehm, Ton, Kao Asbestmehl und dergleichen vermischt ist. Diese Pas werden mit einem Pinsel dünn aufgetragen.

Weit besser als mittels Lehmes oder Pasten vermei man die Härtung der Stellen, die weich bleiben soll dadurch, daß man bei der Vorbearbeitung an diesen Stel eine Bearbeitungszugabe stehen läßt, die dic ist als die kohlenstoffreiche Außenschicht, die sich b Einsetzen bildet. Diese Zugabe, die beim Einsetzen eb falls Kohlenstoff aufnimmt, wird durch Bearbeitung fernt, so daß beim nachfolgenden Abschrecken diese Ste nicht hart, sondern nur vergütet werden, also für Schn werkzeuge noch bearbeitbar bleiben.

Gute Erfolge erzielt man auch mit galvanisch Metallüberzügen der zu schützenden Stellen; galvanische Verkupferung hat wohl die größte Verbreit gefunden. Das Auftragen des Kupfers durch Eintau in eine Kupfersulfatlösung oder Aufstreichen einer sau Kupfersalzlösung hat sich als unzureichend erwiesen, die Kupferschicht dann nicht fest genug haftet, bei hohen Einsatztemperaturen teilweise abblättert und Zementationsgase hindurchläßt. Bei sämtlichen Verku rungsverfahren müssen die zu verkupfernden Teile gut gereinigt und entfettet werden, damit der Metallü zug wirklich dicht ist und gleichmäßig gut haftet. Stellen, die aufgekohlt, d. h. zementiert werden so müssen entweder vor dem Einsetzen durch mechani Bearbeitung wieder von dem Kupferüberzug befreit den oder während der Verkupferung mit einer festhal den, dichten, zähen Masse, die gewöhnlich aus Kollo nium und Bienenwachs besteht, bestrichen und so vor Verkupferung geschützt werden. Das Verfahren des kupferns ist umständlich und erfordert recht beträchtl Anlagekosten, weshalb man es in Deutschland im Ge satz zu Amerika nur ganz vereinzelt findet.

Zusammenfassung.

Für Zahnräder, die zur Erzielung höherer Kernfe keit und großer Außenhärte warmbehandelt werden, man wegen der Härtung und des damit verbundenen ziehens die geeigneteste Form wählen. Man muß sich sein, ob Vergütungsstahl genügt oder ob man wegen Verschleißes Einsatzstahl mit glasharter Außenkruste wenden muß. Neben möglichst hohen Werten der Fe keit, Dehnung, Kerbzähigkeit und Widerstandfähi gegen Ermüdung ist möglichst geringes Verziehen Zähne beim Härten anzustreben. [B 112

Hofmann: Werkstoffe und Warmbehandlung hochbeanspruchter Zahnräder

Abb. 1
(Vergrößerung 6fach.) Bruch durch den Zahn eines aus Chromnickel-Einsatzstahl Nr. 6 hergestellten, unsachgemäß eingesetzten Zahnrades, das infolge des sofortigen Abschreckens aus der lange einwirkenden Einsatztemperatur austenitisches und grobkristallinisches, überhitztes Gefüge im Rand und im Kern hat.

Abb. 2
(Vergrößerung 30fach.) Äußerer, aufgekohlter Rand und Übergangzone von der Einsatzschicht zum weichen Kern des Zahnes.

Abb. 3
(Vergrößerung 500fach.) Einsatzschicht am Außenrand des Zahnes.

Abb. 4
(Vergrößerung 500fach.) Kern des Zahnes.

Abb. 5
(Vergrößerung 6fach.) Bruch durch den Zahn eines aus Chromnickel-Einsatzstahl Nr. 6 hergestellten, in 2 Stufen richtig eingesetzten Zahnrades. Feinkörniges, martensitisches Gefüge.

Abb. 6
(Vergrößerung 30fach.) Äußerer, aufgekohlter Rand und Übergangzone von der Einsatzschicht zum weichen Kern des Zahnes; etwas schroffe Übergangzone.

Abb. 7
(Vergrößerung 500fach.) Einsatzschicht am Außenrand des Zahnes.

Abb. 8
(Vergrößerung 500fach.) Kern des Zahnes.

Hofmann: Werkstoffe und Warmbehandlung hochbeanspruchter Zahnräder

Abb. 9
(Vergrößerung 6fach.) Bruch durch den Zahn eines aus Chromnickel-Einsatzstahl Nr. 6 hergestellten, in 3 Stufen gehärteten Zahnrades. Besonders feines martensitisches Gefüge infolge Rückfeinung des Kernes beim Zwischenglühen.

Abb. 10
(Vergrößerung 30fach.) Äußerer aufgekohlter Rand und Übergangzone von der Einsatzschicht zum weichen Kern des Zahnes. Kennzeichnend ist der ganz allmähliche Übergang von der Einsatzschicht zum weichen Kern.

Abb. 11
(Vergrößerung 500fach.) Einsatzschicht am Außenrand des Zahnes.

Abb. 12
(Vergrößerung 500fach.) Kern des Zahnes.

Abb. 13
(Vergrößerung 6fach.) Bruch durch den Zahn eines aus Chromvergütungsstahl Nr. 4 hergestellten Zahnrades, gehärtet bei 850 ° in Öl, angelassen bei 500 °. Durchgehend gleichmäßiges Bruchgefüge am Rand und im Kern. Kennzeichnend ist das Fehlen der harten aufgekohlten Einsatzschicht.

Abb. 14
(Vergrößerung 500fach.) Gefüge am Außenrand.

Abb. 15
(Vergrößerung 500fach.) Gefüge im Kern.

Abb. 16
(Vergrößerung 500fach.) Ausgeglühter Chromvergütungsstahl Nr. 4. Dunkle Stellen Perlit, helle Ferrit.

Beck: Fortschritte der Holzbearbeitungsmaschinen

Abb. 1
Antrieb mit Riemenscheibe.

Abb. 2
Anbaumotor und kurzer Riemen.

Abb. 3
Ausführung mit Einbaumotor.

Abb. 1 bis 3
Hobelmaschine der Erfordia, Maschinenbau-A.-G., Erfurt, mit drei Antriebarten.

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 4 und 5
Tisch-Fräsmaschine der Maschinen-Werke Gubisch, A.-G., Liegnitz.

Abb. 9

Abb. 10

Abb. 9 und 10
Große selbsttätige Fügemaschine von Hempel & Ripperger, Erfurt.

Beck: Fortschritte der Holzbearbeitungsmaschinen

Abb. 8
Vierkant-Hobelmaschine von Gebr. Schmaltz, Offenbach, mit Räderkasten für den Vorschubwechsel

Abb. 18
Kettenfräsmaschine von Reinbold & Ritter, Landsberg a. d. W., mit eingebautem gekuppelten Motor von 2 PS.

Abb. 12
Gatter von Esterer, A.-G., Altötting, mit Doppelklappen-Schubwerk.

Abb. 19
Schnellauf-Bandsäge von Teichert & Sohn, Liegnitz, mit eingebautem 4 kW-Drehstrommotor von 1000 Uml./min.

Fortschritte der Holzbearbeitungsmaschinen

Von Dr.-Ing. Oswald Beck, Dachau b. München

(Hierzu Bildblatt 19 und 20)

Die wirtschaftlichen Voraussetzungen für den technischen Fortschritt — Die Verbesserungen der Gebrauchsmaschinen

hängigkeit der Rationalisierung vom Wirtschaftsaufbau

angsamer als im übrigen Werkzeugmaschinenbau bricht sich der Fortschritt in der Herstellung von Holzbearbeitungsmaschinen Bahn. Die Holzinduie befolgt mit diesem langsamen Fortschreiten ihre enen Gesetze, und der naheliegende Vergleich mit der tallverarbeitenden Industrie wäre in vieler Beziehung wegig. Soweit ein allgemeines Urteil über den techni- en Fortschritt in den vielfältigen Zweigen der Holz- lustrie überhaupt zulässig ist, läßt sich die vorhanne, ständig im Fluß befindliche Bewegung in der Richg nach wirtschaftlicher Fertigung in der Weise kennchnen, daß die Kleinbetriebe fortschreitend von der nd- zur teilweise angewandten Maschinenarbeit überhen; die zahlreichen Mittelbetriebe gehen im gleichen ne vor, doch nehmen sie vor allem durch Rationalisieg des Betriebes, nämlich durch zweckmäßige Aufteig der Werkanlage und Verkürzung der Förderwege, snutzung der Maschinen und Verbesserung der Werkge an der technischen Weiterentwicklung der Holzustrie den ihnen zukommenden Anteil. Nur wenigen oßbetrieben ist es vergönnt, sich die Spitzenleistungen zeitlichen Maschinenbaues nutzbar zu machen.

Untersucht man diese Staffelung des industriellen rtschrittes zahlenmäßig, so ergibt sich, daß die erste ufe, nämlich der Übergang von der Hand- zur Maschinarbeit, der bedeutendste Schritt nach vorwärts ist. B. genügt ein kleiner Maschinensatz, bestehend aus er Abrichtmaschine, einer Vierkant-Hobelmaschine und er Ablängsäge, um täglich 250 m² Parkett herzullen, und ein etwas erweiterter Maschinensatz liefert lich 100 Füllungstüren nach DIN 3. Die Erzeugungsigerung gegenüber der handwerklichen Arbeit ist also bedeutend, daß die Absatzfrage bei der Beschaffung n Maschinen im Vordergrunde steht und daß eine unnügende Ausnutzung beschaffter Maschinen eine große lastung des Betriebes darstellt. Auch liegt in der Holzlustrie nicht derselbe Zwang vor, Maschinen heranzuhen, wie etwa in der Metallindustrie; denn infolge des dsameren Werkstoffes kann grundsätzlich jede Holzbeit auch mit der Hand vorgenommen werden. Die schinen, die die Kleinbetriebe in solcher Lage auchen, sind also notwendigerweise einfachster Art.

In der zweiten Stufe der Rationalisierung, nämlich den Mittelbetrieben, die bereits Maschinen besitzen, gt der Schwerpunkt in der Bewirtschaftung der vorndenen Betriebsmittel. Diese Rationalisierung mit vorndenen Mitteln erfordert keine größere Kapitalanlage d ist deswegen im gegenwärtigen Zeitpunkt die gebene Form beim Durchschnitt aller Betriebe. Die schinenbeschaffung beschränkt sich auf einen Ergängsbedarf an Sondermaschinen, wobei technische Verbesserungen der Maschinen willkommen geheißen werden.

In gewisser Beziehung, nämlich in der Holzverarbeing, weniger im Einschnitt, ist also der Holzbearbeigsmaschinenbau den Bedürfnissen oder vielmehr den satzmöglichkeiten der Holzindustrie vorausgeeilt, inm er Maschinen liefert, die bei richtiger Ausnutzung ist ein Vielfaches der erforderlichen Erzeugung leisten nnen. Wenn also die Fabriken für Holzbearbeitungsschinen nicht jedes Jahr mit neuen überraschenden nstruktionen auf den Markt treten, so ist das in den rtschaftlichen Bedingungen der Holzindustrie begrün. Unter dieser Einschränkung muß man auch die Mainen betrachten, die auf der diesjährigen Frühjahrsse in Leipzig gezeigt werden.

Neukonstruktionen für eine vollständige Umgestalg der Bearbeitungsverfahren sind nirgends auf den rkt gekommen. Es fehlt zwar nicht an Vorschlägen d Versuchen, den Werkstoff in ein gleichförmiges Zwischenerzeugnis umzuformen, das sich dann weiterhin durch Gießen, Pressen oder durch Spanabhebung bearbeiten läßt. In dieser Hinsicht sind keine Erfindungen sichtbar, die sich in ihrer Bedeutung etwa dem Spritzgußverfahren, der Bearbeitung durch Flächen- oder Rundschliff oder den neueren Schweißverfahren in der Metallindustrie zur Seite stellen lassen.

Verbesserungen

Die konstruktive Tätigkeit im Bau von Holzbearbeitungsmaschinen richtet sich gegenwärtig vor allem auf Verbesserungen der bisherigen Gebrauchsmaschinen, um sie den verschiedenen Betriebsbedingungen anzupassen.

Verbesserungen des Antriebes

Es ist erfreulich zu sehen, wie rasch sich viele Firmen die Ausgestaltung des unmittelbaren Antriebes der Maschinen mit Elektromotor auf der Arbeitswelle angelegen sein ließen. Die Vereinfachung in der Bedienung und Wartung, auch eine gewisse Kraftersparnis infolge Wegfalls von Übertragungsmitteln ist unverkennbar. Die Freizügigkeit in der Wahl des Aufstellungsortes einer Maschine mit unmittelbarem Eigenantrieb ist ebenfalls willkommen, doch die größte Ersparnis, wenn auch nur eine mittelbare, scheint mir bei Verwendung dieser Maschinen darin zu liegen, daß die teure Ausschachtung für einen eigenen Transmissionskeller, dessen Anlage in größeren Betrieben bisher erforderlich war, vollkommen wegfällt und daß, wenn ein Untergeschoß vorhanden ist, dieses mehr Zwecken der Fertigung zugeführt werden kann. Da die fließende Fertigung oder wenigstens der flüssige Werkstoffdurchgang bei vielen Holzbetrieben in den alten Räumen nicht mehr durchführbar ist, gewinnt dieser Umstand bei der zu erwartenden Neubautätigkeit an Bedeutung.

Trotz dieser greifbaren Vorteile geht die Holzindustrie nur zögernd an die Übernahme dieser Maschinenbauarten heran. Sie macht zunächst geltend, daß bei Motorenschaden nicht sofort ein Ersatzteil zur Hand ist, während die Auswechslung von Motoren aus einer normalen Fertigungsreihe keine Schwierigkeiten und Verzögerung bereitet, da man leicht vorhandene Motoren heranziehen und Ersatz aus dem Handel jederzeit in kurzer Frist oder gelegentlich beschaffen kann. Die allgemeine Einführung des unmittelbaren Antriebes würde also eine weitgehende Vereinheitlichung und Lagerhaltung der Teile von Einbaumotoren zur Voraussetzung haben.

In der Holzindustrie klagt man übrigens zum Teil über ungenügende Bemessung mancher bisher gelieferter Einbaumotoren. Wegen der Reinhaltung der Motoren und des funkenlosen Betriebes, aus Gründen der Platzersparnis, der Billigkeit und andrer wirtschaftlicher Überlegungen kommt zunächst nur der Drehstrom-Kurzschlußmotor in Frage, wenn auch von einzelnen Firmen auf Wunsch Gleichstrom-Einbaumotoren geliefert werden. Doch darf das Streben nach Kleinheit und Billigkeit nicht zu einer Unterbemessung der Antriebkraftquelle führen. Immerhin sind dies überwindbare anfängliche Schwierigkeiten, die in der mangelnden Erfahrung mancher Lieferfirmen und im Fehlen wissenschaftlicher Forschung auf dem Gebiete der Holzbearbeitungsmaschinen begründet sind.

Die Beschränkung des Kurzschlußmotors auf gewisse Drehzahlen ist zweifellos ein Nachteil, da eine wirtschaftliche und gütesteigernde Ausnutzung aller Holzbearbeitungsmaschinen nur bei unbeschränkter Drehzahlregelung erzielbar ist. Bei Motoren mit 3000 Uml./min helfen sich die Hersteller von Hobel- und Fräsmaschinen meist mit einer Vergrößerung des Flugkreis-Durchmessers und

einer Vermehrung der Messerzahl. Dieser Ausweg kann nicht als ideal bezeichnet werden. Zwar wird dadurch die erwünschte Schnittgeschwindigkeit erreicht, aber die Spanausbeute, die der Drehzahl verhältnisgleich ist, bleibt unveränderlich und kann nicht gesteigert werden. Die Vermehrung der Messerzahl erhöht zwar die Spanausbeute, doch sollte diese Maßnahme bei neueren Maschinen selbstverständlich sein und möglichst eine Erweiterung erfahren. Da auch der Vorschub in gewissem Maße von der Drehzahl abhängig ist, so kommen die heutigen Maschinen mit Einbau-Kurzschlußmotoren nicht für Werkstätten in Frage, die sich bemühen, das Letzte aus ihren Maschinen herauszuholen. Die Beschaffung von Frequenzwandlern scheidet wohl für die meisten Verbraucher aus. Die Auswechslung der Riemenscheiben bei Anbaumotoren, wie die Firma Gubisch A.-G., Liegnitz, vorschlägt, um richtige Drehzahlen zu erhalten, hat wohl nur eine beschränkte Bedeutung. Ein weites Feld gestaltender Tätigkeit auf dem Gebiete der billigen und einfachen elektrischen Drehzahlregelung liegt hier noch offen.

Verbesserungen der Bewegungsübertragung

Eine brauchbare Zwischenlösung, die den Übergang zum unmittelbaren Antrieb erleichtern kann, stellt die Hobelmaschine der Erfordia, Maschinenbau-A.-G., Erfurt, dar; diese Bauart kann wahlweise durch Anbaumotor und kurzen Riemen, durch Einbaumotor oder durch Riemenscheibe und getrennten Motor angetrieben werden, Abb. 1 bis 3 (Bildbl. 19).

In ähnlicher Weise geht die Firma Gubisch A.-G., bei ihrer Tischfräse vor, Abb. 4 und 5 (Bildbl. 19). Bemerkenswert ist sowohl bei der von einem angebauten Motor mittelbar angetriebenen Hobelmaschine wie bei der gleichartigen Fräsmaschine der kurze offene Übertragungsriemen mit Spannrolle, dem man bei entsprechender Güte des Leders gute Wirkungsgrade nachsagt. Der kurze Riemen führt sich im übrigen in der Holzindustrie mehr und mehr da ein, wo die Antriebmotoren auf gleichem Flur wie die Arbeitsmaschinen stehen müssen.

Der Antrieb für den Vorschub wird bei Hobel- und Kehlmaschinen, selbsttätigen Kreissägen und Gattern meist von dem Antrieb der Hauptwerkzeuge abgeleitet. Während bei Gattern vielfach die Möglichkeit besteht, den Vorschub in gewissen Grenzen unabhängig von der Sägenhubzahl zu verändern, wird bei der überwiegenden Zahl der Hobel-, Säge- und Schleifmaschinen die Vorschubgröße mit der Wellendrehzahl starr gekuppelt, manchmal, wie bei der gezeigten Erfordia-Hobelmaschine, kann eine zweite Vorschubstufe mittels Handhebels eingeschaltet werden. Wenn auch der Vorschub mit der Drehzahl in gewissem Zusammenhang steht, so ist es doch erwünscht, für verschiedene Feinheitsgrade der Bearbeitung, den Vorschub bei gegebener Drehzahl, die man entsprechend der günstigsten Schnittgeschwindigkeit einstellt, in weiten Grenzen zu verändern.

Grundsätzlich ist danach zu streben, beim Antrieb einer Maschine mit einem einzigen Motor auszukommen, doch gibt es Firmen, die bereits getrennten Eigenantrieb für den Vorschubmechanismus vorsehen. Wenn dieser Vorschubmotor regelbar ausgebildet wird, so gibt eine solche Maschine alle Wege zu wirtschaftlicher Verwendung frei. Wie weit man in dieser Richtung schon gegangen ist, zeigt die doppelte selbsttätige Zapfenschneidmaschine von Böttcher & Geßner, Altona-Bahrenfeld, die sieben Einzelmotoren aufweist, Abb. 6 und 7. Die zusammenarbeitenden Motoren *a* und *e* tragen auf kurzem Wellenstumpf die beiden Ablängsägen, die Motoren *b* und *f* treiben über kurze Kegelradwellen die vier Zapfenschneidköpfe, auf den Wellen der Motoren *c* und *g* sitzen die beiden Schlitzscheiben, während der Motor *d* über Reibscheiben und Schneckentrieb die Bewegung der beiden Vorschubketten *h* einleitet.

Daß man mit diesen Antrieben trotz Verteuerung der Maschine auf dem richtigen Wege ist, mag aus den Abschlüssen der letzten Leipziger Frühjahrsmesse hervor-

Abb. 6 und 7
Doppelte selbsttätige Zapfenschneid- und Schlitzmaschine mit 7 Motoren; Böttcher & Geßner.

a bis *g* Motoren *h* Vorschubketten
i größte Arbeitsbreiten der Maschinengrößen I, III und V 750, 1600 und 2400 mm
k Gesamtlänge dementsprechend 3050, 3900 und 4700 mm

gehen, auf der das Inland vorwiegend hochwertige [Ma]schinen in richtiger Anwendung des Rationalisierun[gs]gedankens bevorzugte.

Ein andrer Weg zur Veränderung des Vo[r]schubes, nämlich mittels aufsteckbarer Wechselrä[der], wird mehr und mehr verlassen, da das etwas umstä[nd]liche Austauschen von Wechselrädern in geschützten [Ge]trieben im Drange der Werkstattarbeit meistens un[ter]bleibt. Doch scheinen noch nicht alle Möglichkeiten [für] eine weitgehende und trotzdem einfache Vorschubre[ge]lung erschöpft zu sein, wie die Anwendung eines klei[nen] Reibkegelgetriebes mit Übersetzung 1 : 4 bei einer Me[hl]fräsmaschine auf der letzten Leipziger Messe bewies.

Der Vorschubwechsel an Vierkanthobelmaschi[nen] mittels Stufenscheiben ist fast allgemein verlassen [u]. durch einen rasch zu bedienenden Räderkasten ers[etzt] worden, wie die Maschine von Gebr. Schmaltz, Offenb[ach] zeigt, Abb. 8[1]). Infolge der erleichterten Bedienung [des] Vorschubwechsels ist sicherlich ein Anreiz gegeben, [die] Maschine besser auszunützen. Allerdings kann [der] höchste Gebrauchswert einer Hobelmaschine nur dann [er]reicht werden, wenn man fast durchweg mit dem höch[sten] Vorschub arbeitet, dagegen beim Durchgang von ast[igen] Stellen des Holzes und solchen Stellen, die zum Zers[plit]tern neigen, mit dem Vorschub während des Betri[ebes] zeitweise zurückgehen kann. Mit Rücksicht auf d[ie] Eigentümlichkeit des Holzes muß man bei starren [Vor]schubstellungen stets mit einem niedrigen Durchschn[itts]vorschub fahren. Eine dauernd wechselnde Veränder[ung] der Vorschubgeschwindigkeit, die dem jeweiligen Ge[...]

[1]) Abb. 8 s. Bildbl. 20.

s Holzes Rechnung trägt, ist aber nur durch stufen-
se Übersetzungsgetriebe oder regelbare Motoren mög-
h, deren Verwendung sich die Maschinenhersteller an-
legen sein lassen sollten.

In diesem Zusammenhang seien kurz die Maschinen
streift, bei denen bisher der Handvorschub üblich war.
ne der teuersten Arten der Bearbeitung ist wegen
r notwendigen Handbedienung das Abrichten.
och scheint hier in absehbarer Zeit keine Mechanisie-
ng möglich zu sein, wenn auch gewisse selbsttätige
orschubapparate auf den Markt gekommen sind, die bei
nz groben Arbeiten in manchen Fällen Handarbeit
im Abrichten zu ersetzen vermögen. Einen großen Fort-
hritt in dieser Richtung bedeutet dagegen der selbst-
tige Vorschub bei Fügemaschinen, die u. a. die Firma
empel & Ripperger, Erfurt, herausbringt, Abb. 9
d 10[2]). Zunächst bestanden zwar Zweifel, ob die Ge-
hicklichkeit des Arbeiters, leimfähige Fugen zu er-
ugen, durch die Maschine ersetzt werden kann; denn es
ndelt sich um Fugen, die nach dem Holze zu hohl ge-
ümmt sind, im Gegensatz zu unbrauchbaren Spitzfugen,
ausgebaucht verlaufen. Doch ist das Urteil der Praxis
er die selbsttätige Fügemaschine einmütig gut. Der
orschub wird bei diesen Maschinen durch ein senkrecht
er wagerecht liegendes Plattenband und eine diesem
genüber angeordnete Rollenreihe eingeleitet. Während
r Handvorschub selten über 4 m/min gesteigert werden
nn, läßt der selbsttätige Vorschub bei der gezeigten
aschine 18 m/min zu. Außerdem kann man sie durch
gelernte Arbeiter bedienen lassen, und die Griffzeiten
mmen in Wegfall.

Wie weitgreifend der Bau von Holzbearbeitungs-
aschinen in der Wahl seiner Mittel zur Ablösung des
andvorschubs mitunter vorgeht, beweist die Drucköl-Hub-
nrichtung der unmittelbar angetriebenen Kettenfräs-
aschine von Gebrüder Schmaltz, Offenbach, Abb. 11.
r Fräskopfmotor treibt mit dem vorderen Wellen-
ummel die Fräskette, mit dem rückwärtigen die Pumpe
m Heben und Senken der Kette. Ein Handrad dient
diglich zum seitlichen Verfahren des Werkstücks durch
rschieben des Einspannschlittens.

Der Vorschub bei Gattern wird meist in der
eise bewerkstelligt, daß der Stamm entweder durch
ibscheiben in ununterbrochener Bewegung ohne takt-
ßigen Zusammenhang mit dem Sägenschnitt oder durch
inkenschubwerke nur beim Abwärtsgang der Sägen
rgeschoben wird. Beide Arten nehmen wenig Rück-
ht auf die spezifische Schnittbelastung der Sägezähne.

Eine ausgezeichnete Lösung in dieser Richtung zeigt
Firma Esterer, A.-G., Altötting, in dem Doppelklappen-
hubwerk ihrer Gatter, Abb. 13[3]). Das erste Vorschub-
appenpaar schiebt das Stammholz mit einer Geschwin-
keit vor, die der Sägengeschwindigkeit verhältnisgleich
d. h. bei Beginn und am Ende des Schnittes ist der
rschub null, während er beim Durchgang der
genmitte seinen Höchstwert erreicht. Dadurch wird
dem Sägezahn entsprechend einem Kontinuitätsgesetz
ihm zukommende Schnittbelastung und jeder Zahn-
ke die ihrer Aufnahmefähigkeit entsprechende Span-
nge zugeteilt. Unabhängig davon arbeitet ein zweites
appenpaar; es leitet während des Sägenaufganges einen
rschub ein, der stets gleich groß bemessen ist und
zu dient, den Überhang der Sägen bis zum oberen Tot-
nkt einzuholen, so daß die Sägen bei Beginn eines
uen Schnittes bereits wieder Fühlung mit dem Holz
ben. Auf der einen Seite kann infolgedessen das Ab-
ben der Sägen nach dem Schnitt, was der Zweck des
erhanges ist, beibehalten werden, anderseits wird der
herige Nachteil des Überhanges, nämlich das verspätete
setzen der Sägezähne bei Schnittbeginn, vermieden. Die
ßerste Ausnutzung des Sägenhubes ist dadurch erreicht.

Die Maschine zeichnet ihr eigenes Arbeitsschaubild
, Abb. 13, aus dem die geschilderten Verhältnisse
ichtlich sind. Zum Vergleich seien die entsprechenden
aubilder für ein ununterbrochen und ein unterbrochen
eitendes einfaches Schubwerk angeführt, Abb. 14
17.

[2]) s. Bildblatt 19. [3]) s. Bildblatt 20.

Abb. 11
Kettenfräsmaschine von Gebr. Schmaltz mit Drucköleinrichtung zum Heben und Senken der Kette.

a Fräskopfmotor
b Pumpe zum Heben und Senken der Kette
c Ölbehälter
d Zylinder
e Steuerung
f Handrad zum seitl. Verschieben des Einspannschlittens

Auf eine zweifellos bemerkenswerte Weise versucht
die Firma Kirchner, Leipzig, die Frage der Sägen-
abhebung nach dem Schnitt zu lösen. Bei dem Pen-
delrahmengatter von Kirchner gleitet der Sägenrahmen
nicht in Führungen des Gestells, sondern in einem
zweiten Rahmen, der pendelnd aufgehängt ist und durch
ein Exzenter so gesteuert wird, daß er zum Schnitt an
das Holz heran und nach dem Schnitt zurückschwingt.
Ein Überhang der Sägen entfällt hierbei, desgleichen
verspätetes Einsetzen der Zähne zum Schnitt. Der Späne-
auswurf ist bei dem bogenförmigen Schnitt infolge des
leichten Abhebens der Zähne von der Schnittstelle sicher-
lich gut, ob aber die Vermehrung bewegter Teile, ins-
besondere bei ihrer hohen Geschwindigkeit, und die damit
verbundene Vermehrung der Verschleißstellen die Sicher-
heit des Schnittes sowie die wirtschaftliche Gesamtbilanz
des Gatters zu beeinträchtigen vermag, kann man wohl
erst nach längeren Erfahrungen beurteilen.

Trotz alledem bleibt der Leerhub der Gatter ein
verlorener Arbeitsaufwand, und es wäre bei der großen
Bedeutung der deutschen Sägeindustrie sehr wünschens-
wert, wenn es gelänge, das Grundverfahren des hin- und
hergehenden Werkzeuges zugunsten des umlaufenden zu
verlassen.

Verbesserungen der Werkzeuge und Werkzeugträger

Da die Leistung eines umlaufenden Werkzeuges zu-
nächst eine Frage des Fassungsvermögens für Späne
ist, die Spanausbeute in der Zeiteinheit also den
Wirkungsgrad einer Maschine bestimmt, so ist man

Abb. 13
Vorschubschaubild eines Vollgatters mit Doppelklappen-Schubwerk.

Abb. 14 und 15
Vorschubschaubild für ein ununterbrochen arbeitendes Schubwerk für Vollgatter.
a Rahmenkurbel

Abb. 16 und 17
Vorschubschaubild für einfach Klauen- oder Klappenschubwe für Vollgatter.
a Rahmenkurbel *b* Vorschubkurbel

bestrebt, z. B. die Hobelmesserwellen mit möglichst vielen Schneiden auszustatten. Bei den Maschinen, die dieses Jahr in Leipzig zur Ausstellung kommen, ist die bisher vielfach übliche Zahl von zwei Messern in der Welle gänzlich verlassen, aber über vier Messer ist man auch nur in wenigen Fällen hinausgegangen, während die Möglichkeit dazu durchaus besteht und die Vorteile einer Vielschneiden-Messerwelle insbesondere für Abrichtmaschinen und Vierkanthobelmaschinen unbestritten sind. Dagegen hat man fast allgemein die senkrechten Wellen bei Vierkanthobelmaschinen nicht mehr mit zwei losen Messern in einem Messerkopf ausgestattet, sondern sie zur Aufnahme von schräg hinterdrehten Vollfräsern mit 8 bis 12 Schneiden eingerichtet. Es ist zu wünschen, daß durch Verallgemeinerung dieses Grundsatzes die Maschinenleistungen ohne große Mehrkosten bei allen Maschinen mit umlaufenden Werkzeugen erheblich gesteigert würden.

Bei den Gattersägen hat das besondere Eingehen auf die konstruktiven Erfordernisse des einzelnen Maschinenteils zu beachtlichen Verbesserungen der Gatterrahmen geführt. So besteht der obere Sägerahmen des Gatters von Esterer, Abb. 12, im oberen und unteren Teil aus hochkant stehenden Stahlplatten, die entsprechend dem zunehmenden Biegungsmoment nach der Mitte an Höhe zunehmen. Die Seitenteile dagegen bestehen aus Stahlrohr, dessen allseits gleiches Widerstandmoment am besten zur Aufnahme der auftretenden Knickbeanspruchung und der biegenden Schwingungen geeignet ist. Außerdem haben die gewählten Querschnitte der Rahmenteile den Vorteil des geringsten Gewichtes, was bei den hohen Beschleunigungsdrücken für die Lebensdauer des Kurbelzapfens von ausschlaggebender Bedeutung ist. Aus diesem Grund bestehen fernerhin die Zubehörteile des Gatterrahmens aus Leichtmetall, die Kurbelzapfen aus Chromnickelstahl.

Trotz der erreichten Starrheit des Rahmens verkennt die Firma nicht, daß Unterschiede der Spannungen, mit denen die Sägen eingekeilt werden, den Rahmen windschief zu ziehen vermögen. Um trotzdem eine unverklemmte genaue Führung des Rahmens im Gestell zu erhalten, hat man die Führungsschuhe des Rahmens nicht starr, sondern gelenkig mit diesem verbunden. Dieses Bestreben der Konstrukteure, jeden Maschinenteil durch Formgebung, Baustoff und Behandlung für seinen besondern Zweck brauchbar zu machen, kann gar nicht hoch genug angeschlagen werden, da nur auf diesem Wege die konstruktive Reife einer Musterbauart zu erreichen ist.

Verbesserungen in der äußeren Erscheinung

Die gezeigten Bilder, zu denen noch das Bild ei neuzeitlichen Kettenfräsmaschine von Reinbold & Ritt Landsberg a. W., Abb. 18[4]), sowie das einer Bands von Teichert & Sohn, Liegnitz, Abb. 19, treten soll, las an der äußeren Erscheinung des Gestelles erkenn daß die dargestellten Maschinen in die Entwicklun stufe dieser Reife eingetreten sind. Es ist den K strukteuren gelungen, trotz der Zurichtung der Einz teile auf ihren Sonderzweck geschlossene Bauformen schaffen und das früher oft gesehene Haufwerk v nebeneinander geordneten Mechanismen in einen ganischen Körper zu verschmelzen.

Die praktische Bedeutung dieser Maßnahme liegt allem in der Ersparnis von Modell- und Gußkosten info der einfacheren Linienführung. Die Einfachheit der schinenformen hat aber in der Holzindustrie noch eine sondere Bedeutung. Der unvermeidbare Holzstaub füh bisher im Zusammenhang mit der öligen Oberfläche Maschinen zu einer fast unabwendbaren Verschmutz aller Teile einer Maschine. Diese Verschmutzung ver tete mitunter auch dazu, die pflegliche Behandlung edleren Teile der Maschinen zu vernachlässigen. Einfa Außenformen und gekapselte Anordnung der Innent tragen deshalb bei den neueren Maschinen wesent zur Verlängerung der Lebensdauer dieser wertvollen triebseinrichtungen bei.

Schlußbetrachtung

Neben den Verbesserungen der Einzelkonstruktio ist als ein allgemeiner Vorteil zu buchen, daß die tigung von Holzbearbeitungsmaschinen wohl in a damit befaßten Betrieben nach DI-Normen sich geht. Aus dem Bestreben, sich die allgemeinen rungenschaften des Maschinenbaues nutzbar zu mac sowie aus der Gesamterscheinung, mit der die H bearbeitungsmaschinen-Industrie heuer auf die Leipz Messe tritt, kann geschlossen werden, daß sich die schinenhersteller ihrer Verantwortung gegenüber Holzindustrie voll bewußt sind, indem sie danach stre den Bedürfnissen der Holzindustrie vorauszueilen dieser Industrie eine einwandfreie Rüstung im W bewerbkampfe zu liefern; denn die Holzindustrie ist ihrem bekannten Mangel an technischen Kräften gro teils nicht in der Lage, ihre Wünsche nach dieser R tung in bestimmter Form zu stellen. [B 119

[4]) Abb. 18 und 19 s. Bildbl. 20

Neuere Wechselgetriebe und Hinterachsantriebe für Kraftfahrzeuge [1)]

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin

Vorschläge zur Verbesserung der Schaltung und des Anfahrvorganges bei Wechselgetrieben — Hydraulische und elektrische Getriebe — Hinterachsantriebe, insbesondre für niedrige Rahmenlagen — Bremsen mit Hilfskraft.

Bei der Übertragung des vom Motor nutzbar abgegebenen Drehmomentes auf das Fahr-ell des Kraftwagens kommt der schwierigsten Fragen des ftwagenbaues zur Sprache, näm-das Zusammenwirken des Mo-mit Kupplung und Wechsel-iebe. Die Kupplung ist hierbei ntbehrlich, weil man den Motor unbelastet andrehen und weil nur bei ausgerücktem Motor Getriebe von einer auf die an-Stufe umschalten kann. Vor m Übergang auf eine andre altstufe muß man den Motor ab-peln und den Wagen freilaufen en, wodurch er aber an Ge-windigkeit verliert. Die verhält-mäßig große Zahl von Schalt-en, die das übliche Getriebe hat, ingt daher namentlich beim An-ren einen Zeitverlust, der die lere Fahrgeschwindigkeit beein-ßt. Besonders im Betriebe der städtischen Omnibusse ihren vielen Haltestellen hat sich dieser Mangel fühl-gemacht.

Abb. 1 Wagerechtschnitt des Dreigang-Wechselgetriebes der Allg. Berliner Omnibus-A.-G.

Man hat deshalb für die neueren Omnibusse in Verbin-g mit stärkeren Motoren Wechselgetriebe vorgeschla-, die, ähnlich wie Personenwagen mit starken Motoren, drei Stufen haben. Abb. 1 zeigt ein Getriebe dieser , das die Allgemeine Berliner Omnibus-Gesellschaft ihre Zwecke entworfen hat. Bei diesem Getriebe sind Zahnräder miteinander ständig im Eingriff. Die nräder 1,1 für den ersten Gang, von denen das klei-e auf der Verlängerung der Antriebwelle verschieb-ist und dauernd mitläuft, kommen zur Wirkung, wenn das auf der Vorgelegewelle gelagerte große Zahnrad 1 nach rechts verschiebt, so daß die Bewegung über die Räder 2,2 fortgeleitet wird. Um den zweiten Gang zu erhalten, verschiebt man das kleine Zahnrad 1 nach links, wodurch das auf Rollen lose gelagerte Rad 3 mit der genuteten Hauptwelle des Getriebes gekuppelt wird. Der Antrieb erfolgt dann über den Räderzug 3 — 3 — 2 — 2. Der höchste Gang ergibt sich, wenn man das kleine Zahnrad 1 nach rechts verschiebt und dadurch treibende und getriebene Welle unmittelbar kuppelt. Beim Rückwärtsgang wird das große Zahnrad 1 nach links verschoben, wodurch die Bewegung zwischen den Rädern 3 und 2 auf der Vorgelegewelle umgekehrt wird.

[1)] Von der erweiterten Niederschrift eines in Essen und im Lenne-rksverein gehaltenen Vortrages bildet der vorliegende Aufsatz zweiten Teil. Der erste, der aus Rücksicht auf den verfügbaren m zurückgestellt werden mußte, folgt in einem der nächsten e.

Abb. 2 eues vierstufiges Wechselgetriebe ir amerikanische Personenwagen.

a Antriebwelle
b, *c* Ständig im Eingriff befindliche Zahnräder
d Nebenwelle
e Schalthebel
f Endwelle des Getriebes
g Getriebebremse
h, *i*, *k* Zahnungen der Schaltwelle *l*
m Hülse mit Antriebrad *n*

Während es noch bis vor ganz kurzer Zeit als ein besonderer Vorzug amerikanischer Kraftwagen galt, daß sie wegen des verhältnismäßig großen Hubraumes ihrer Motoren kleine, sehr ruhig laufende Wechselgetriebe mit drei Schaltstufen verwenden können, gehen neuerdings mehrere bekannte Fabriken dazu über, bei ihren großen Personenwagen vierstufige Getriebe anzuwenden. Als Grund dafür wird angegeben, daß man bei schnellem Fahren in der Ebene zu hohe Drehzahlen der Motoren wegen des Geräusches vermeiden, also niedrig übersetzte Hinterachsen anwenden will; da aber dann das Motordrehmoment auf Steigungen nicht mehr genügt, so ist man häufiger als sonst gezwungen, mit einem Ge-

Abb. 3
Wechselgetriebe mit halbselbsttätiger Schaltung der Maschinenfabrik Vorwerk & Co.
a Schaltstangen *b* Mitnehmerstange *c* Nockenwelle *d* Federknöpfe *e* Sperrhebel

triebegang zu fahren. Dafür wäre aber der übliche zweite Gang eines dreistufigen Getriebes zu niedrig und zu geräuschvoll.

Man hat daher vierstufige Wechselgetriebe entworfen, deren dritter Gang mit Innenverzahnung arbeitet, weil man die Erfahrung gemacht hat, daß solche Getriebe ruhiger laufen. Ein solches Getriebe, das die Warner Gear Co., Muncie, Ind., für den neuen Kraftwagen der Paige Automobile Co. liefert[1a]), ist in Abb. 2 im Schnitt dargestellt. Der Antrieb mit den beiden großen Übersetzungen I und II erfolgt in der üblichen Weise, indem die Bewegung der Antriebwelle *a* über die ständig im Eingriff befindlichen Räder *b*, *c* auf die Nebenwelle *d* übertragen wird. Diese ist mit zwei festen Zahnkränzen I und II ausgerüstet, mit denen man die Räder I′ oder II′ in Eingriff bringt, je nachdem man den Schalthebel *e* rückwärts oder vorwärts verstellt. Die Räder I′, II′ sind auf Keilnuten der Endwelle *f* des Getriebes verschiebbar, die im Getriebegehäuse zweimal gelagert ist und hinten auf einem Kegelzapfen die eine Hälfte des Kreuzgelenks mit der Scheibe *g* der Getriebebremse aufnimmt.

Am inneren Ende ist diese Welle angebohrt, ähnlich wie das dem Getriebe zugekehrte Ende der Antriebwelle *a*, und in diesen Höhlungen sind Zahnungen *h*, *i*, *k* angebracht, mittels deren man die in der Längsrichtung verschiebbare Schaltwelle *l* entweder durch Vorwärtsschieben mit der Antriebwelle *a* oder durch Rückwärtsschieben mit der Endwelle *f* kuppeln kann. Im ersten Fall erhält man den dritten Gang über die beiden Innenzahntriebe der Hülse *m*, die sonst stets leer mitläuft und im Gehäuse exzentrisch zur Antriebwelle zweimal gelagert ist, im zweiten Fall erhält man den unmittelbaren Eingriff, also den vierten Gang. Die Schaltwelle ist durch die längsbewegliche Zahnung *h* ständig mit der Antriebwelle *a* verbunden und wird beim Vorschieben durch den Zahnkranz *i* mit dem Rad *n* gekuppelt, das die Hülse *m* antreibt.

Man kann das Getriebe mit seinen vielen Lagerungen nicht gerade einfach nennen. Offenbar läßt man es sich aber in Amerika gern etwas kosten, wenn man Geräuschlosigkeit erreichen kann.

[1a]) „Automotive Industries" Bd. 56 (1927) S. 470.

Im Zusammenhang hiermit seien Sonderübersetzung erwähnt, die man beim höchsten Gang des Wechselgetr bes zwischen Motor und Hinterachse einschaltet, um der Ebene, wo man die verfügbare Leistung des Mot nicht ganz ausnutzen könnte, hohe Fahrgeschwindigk bei nicht zu hoher Drehzahl des Motors zu erzielen. Be neuen 7 l-Wagen der Firma Maybach-Motorenbau h man z. B. durch Anbringung eines solchen Vorgeleges Kardanrohr die Höchstgeschwindigkeit des Wagens in Ebene auf 125 km/h gesteigert.

Ferner sucht man bei Wechselgetrieben noch imn nach Mitteln, um die Dauer des Schaltvorganges ab kürzen und das Schalten selbsttätig und dadurch einfac und sicherer zu gestalten, damit Fehler in der Bedienu des Wagens leicht vermieden werden. Den wichtigs Fortschritt auf diesem Gebiet hat vor einigen Jahren Vorschlag v. Sodens, Zahnradfabrik, Friedrichshaf gebracht[2]), den Vorgang des Schaltens in zwei Stufen zerlegen, nämlich in das Vorbereiten des Schaltvorgan und in das Ausführen der Schaltung. Das Vorberei des Schaltvorganges besteht darin, daß man beim E stellen der neuen Schaltstufe mit Hilfe des sogenann Gangwählers am Führersitz die Stangen, die zum V schieben der Zahnräder dienen, entsichert, so daß wenn man danach auskuppelt, alle gleichzeitig in die M telstellung gezogen werden. Rückt man dann die Ku lung wieder ein, so kehren auch die Schaltstangen in i frühere Lage zurück, wobei die Schaltstange des wünschten Ganges durch die vorbereitete Verriegel aufgehalten wird, und diese Bewegung bringt das Räd paar des Ganges in Eingriff.

Auf einen ähnlichen Gedankengang ist ein Getri aufgebaut, das die Maschinenfabrik Vorwerk & in Barmen[3]) herstellt, Abb. 3. Die Schaltstangen *a* si alle nebeneinander im oberen Teil des Getriebes lagert und mit einem gemeinsamen Querhaupt verseh so daß sie beim Auskuppeln von der Stange *b* mitgen men werden. Der Getriebegang, der eingerückt wer soll, wird dadurch ausgewählt, daß man mittels des kannten Zeigers am Führersitz eine über den Sch stangen gelagerte Nockenwelle *c* verstellt. Je nach Einstellung dieser Welle wird einer der unter dem Noc angeordneten Federknöpfe *d* gespannt, so daß, wenn Schaltstangen vorgezogen werden, der entspreche Sperrhebel *e* niedergedrückt wird. Kehren dann b Wiedereinkuppeln alle Schaltstangen zurück, so w die Schaltstange aufgehalten, gegen deren Anschlag Spitze des Sperrhebels stößt, und hierdurch wird die

[2]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 1157.
[3]) DRP 431160.

Abb. 4
Draufsicht auf das selbstschaltende Getriebe von E. F. Puls.

Schnitt A-B

Abb. 5 bis 7
Selbstschaltendes Puls-Getriebe.

chende Stufe des Getriebes eingeschaltet. So lange den Gangwähler am Führersitz nicht verstellt, ist die betreffende Getriebestufe auch verriegelt, so das verschiebbare Zahnrad während der Fahrt nicht dem Eingriff herausgedrückt werden kann.

Einen Schritt weiter als diese Art von Wechsel-ieben bedeutet das selbstschaltende Getriebe von F. Puls[4]), dessen Ausführung die Dixi-Werke, nach, übernommen haben, Abb. 4 bis 7. Das Ge-be ist als Umlaufgetriebe angeordnet und in den Ab-ungen von einem üblichen Wechselgetriebe nicht entlich verschieden. Es ergibt drei Vorwärts-Ge-windigkeiten und einen Rückwärtsgang, was bei em Umlaufgetriebe mit einem außerordentlich ge-en Aufwand an Zahnrädern erreicht wird. Die tigste Neuerung besteht darin, daß die drei Brems-ler für den ersten und zweiten Gang sowie die La-enkupplung für den höchsten Gang nur durch die äfte gesteuert werden, die infolge der Wechselwirkung chen dem Antrieb durch den Motor und dem Wider-d des Kraftwagens am Umfang der Bremstrommeln reten. Die Bremsbänder für den ersten und zweiten g sind zu diesem Zweck unter stumpfen Winkeln ungleicharmigen Hebeln a befestigt, s. Abb. 8; diese ien sich gegenüber ihren Drehzapfen unter dem Ein- der Zugkraft verschieben, die der umlaufende Ge-eteil auf das Bremsband ausübt. Sie werden da-h gegen Steuerdaumen b gedrückt und durch deren ung entweder, wie Abb. 8 zeigt, in der Lage er-n, die der gelösten Bremse entspricht, oder in einer ten Lage, in der das Bremsband angezogen ist. Die tellung der Daumen, die unter Federdruck stehen, n nur stattfinden, wenn zwischen dem treibenden moment und dem widerstehenden Drehmoment chgewicht erreicht ist, weil dann erst der Zug am sband aufhört.

as Getriebe wird mittels eines Fußhebels bedient, über ein Schraubenräderpaar mit der Welle der rnocken verbunden ist. In der tiefsten Lage dieses ls ist der Motor ausgekuppelt. Läßt man mit dem den Hebel zurückgehen, so schaltet sich das Band den ersten Gang ein. Sobald sich der Wagen ge-nd beschleunigt hat und das Motordrehmoment wiegt, schaltet sich der zweite Gang und nach rer Beschleunigung des Wagens die Mehrscheiben-lung ein, die jede Übersetzung zwischen Motor und welle des Wagens ausschaltet. Die hierbei mit dem r umlaufende Masse des Getriebes ist für den chgang des Motors günstig.

Das Getriebe hat sich in längerem praktischen Gebrauch gut bewährt. Es bietet die Möglichkeit, einen Kraftwagen erheblich schneller von einer sehr geringen auf die Höchstgeschwindigkeit zu beschleunigen als das übliche Schaltgetriebe und bietet daher namentlich für den dichten Stadtverkehr gute Aussichten. Versuche mit einer für den Einbau in Kraftomnibusse geeigneten Ausführung sollen in Aussicht genommen sein.

Auf dem Gebiete der hydraulischen Übertragung, die man wiederholt vorgeschlagen hat[5]), um die Schwierigkeiten der Schaltgetriebe zu lösen, hat H. Rieseler, Hamburg, eine neue Anordnung entworfen, Abb. 9, bei der zwischen den Motor und ein zweistufiges Umlaufgetriebe, sozusagen als stoßfreie Anfahrkupplung, ein zweistufiger Föttinger-Transforma-

a
b

Abb. 8
Wirkungsweise der selbsttätigen Schaltung des Puls-Getriebes.
a Hebel
b Steuerdaumen

[4]) DRP 414710, 438712, 451703.

[5]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 577.

tor mit Öl als Druckflüssigkeit eingeschaltet ist. Neben der Vermeidung hoher Drücke und schneller Abnutzung, die bei den bisherigen hydraulischen Kraftübertragungen mit Kolbenpumpen Schwierigkeiten bereitet haben, bietet diese Lösung noch den besonderen Vorteil, daß der Transformator bei dem Übersetzungsverhältnis von 1 : 2 eine Drehmoment-Übersetzung von 1 : 2,6 liefert, also wirksamer als ein Zahnrädergetriebe vom gleichen Übersetzungsverhältnis arbeitet. Dieser Vorteil macht sich auch in besonders schnellem Anfahren des Wagens geltend, wie Vergleichsfahrten mit verhältnismäßig viel stärkeren Wagen bewiesen haben. In Abb. 10 sind Ergebnisse vergleichender Messungen der Geschwindigkeiten beim Anfahren eines 13/60 PS-Buick-Wagens mit $b = 0{,}723\ \mathrm{m/s^2}$ (nach Becker) und eines 10/40 PS-Mercedes-Wagens mit $b = 0{,}475\ \mathrm{m/s^2}$ wiedergegeben. Trotz des wesentlich kleineren Beschleunigungsvermögens nach der Beckerschen Formel beschleunigte sich der kleinere Wagen bis zu rd. 50 km/h fast ebenso schnell wie der größere.

a Kreiselpumpe
b erste Stufe der Turbine
c Leitschaufelkranz
d zweite Stufe der Turbine
e Bremse für die erste Stufe
f „ „ den Rückwärtsgang
g „ „ „ Zahnradgang
h Motorschwungrad mit Scheibenkupplung zum Ausschalten des Transformators
i Scheibenkupplung zum Ausschalten des Rädergetrieb[es]
k Antrieb der Steuerwelle des Motors
l Antrieb der Zahnradpumpe für die Getriebeschaltun[g]
m Steuerhahn

Abb. 9
Anordnung des Getriebes mit hydraulischer Kraftübertragung nach Rieseler.

Die Handbremsen und Kupplungen, mit deren Hilfe die verschiedenen Stufen des Getriebes eingestellt werden, werden durch Druckölkolben gesteuert. Das Drucköl liefert eine Pumpe, die von der Steuerwelle des Motors angetrieben wird. Nach dem Anlassen des Motors läuft die Kreiselpumpe zunächst mit, ohne Druck zu erzeugen. Erst wenn man den Motor beschleunigt, setzt sich der Wagen in Bewegung, wobei er über Transformator und Umlaufräder angetrieben wird. Bei der nächsten Schaltstufe kuppelt man den Transformator mit dem Motorschwungrad, so daß nur die Zahnräder arbeiten.

Zu erwähnen ist noch, daß auch die elektrische Kraftübertragung bei Kraftfahrzeugen anscheinend wieder Bedeutung erlangt, nachdem einschlägige amerikanische Versuche sehr günstige Ergebnisse geliefert haben[6]). Abb. 11 zeigt eine von der General Electric Co. ausgearbeitete Anordnung für die elektrische Kraftübertragung, die sich beim Umbau eines Omnibusses mit Zahnrädergetriebe für die Philadelphia Rural Transit Co. so gut bewährt hat, daß sie daraufhin 215 Fahrzeuge dieser Art bestellt hat. Nach neuesten Angaben[7]) benutzt dieses Verkehrsunternehmen jet[zt] 363 Kraftomnibusse, alle mit elektrischer Übertragung.

Der mit dem Benzinmotor unmittelbar gekuppelte u[nd] auf dessen hohler Wellenverlängerung aufgesetzte Stro[m]erzeuger hat eine Verbunderregung mit Hauptstrom- u[nd] Fremdstromspeisung. Er ist hierzu mit einer E[r]regermaschine gekuppelt, die seine Fremdstromwic[k]lung speist und deren Magnetfeld durch den Str[om] der 12 V-Lichtbatterie erregt wird. Die beiden auf [die] Hinterachse wirkenden Antriebmotoren des Fahrzeu[gs] sind als Reihenschlußmotoren für Reihen- und Parall[el]schaltung ausgebildet; ihr Drehmoment kann im V[er]hältnis von etwa 1 : 4 gesteigert werden. Sie trei[ben] Schnecken, die auf Schneckenräder der Hinterachse wirk[en].

[6]) General Electric Review Bd. 28 (1925) S. 608.

[7]) „The Bus Age", April 1927.

Abb. 10
Ergebnisse von vergleichenden Messungen der Geschwindigkeiten beim Anfahren.

○ 13/60 PS-Buick-Wagen, $b = 0{,}723\ \mathrm{m/s^2}$
• 10/40 PS-Mercedes-Wagen mit Rieseler-Getriebe, $b = 0{,}475\ \mathrm{m/s^2}$

Die gestrichelte Linie zeigt den Verlauf der Geschwindigkeiten für den Wagen mit gewöhnlichem Getriebe bei $b = 0{,}475\ \mathrm{m/s^2}$, die schraffierte Fläche den Gewinn durch das Rieseler-Getriebe.

Abb. 11
Elektrische Kraftübertragung für Kraftwagen der General Electric Co.

Aus Abb. 12 sind die Ablesungen während eines Anversuches mit dem ersten nach diesem Verfahren umuten Kraftomnibus bei voller Besetzung zu ersehen. erkennt namentlich, daß von einer verhältnismäßig ingen Geschwindigkeit an die Leistungen des Benzinrs und des Stromerzeugers in fast gleichem Abstand veren, während trotz der Besetzung des Fahrzeuges mit ersonen beim Anfahren aus dem Stillstand in etwa ine Geschwindigkeit von 17 km/h und in etwa 15 s Geschwindigkeit von 32 km/h erreicht wurde. Der en wird dabei fast nur mit dem Gasfußhebel bedient, i sich die Geschwindigkeit ganz nach dem vom r abgegebenen Drehmoment einstellt. Nur für das wärtsfahren und für Fahrten auf Steigungen sowie das elektrische Bremsen ist noch ein besondrer schalter der üblichen Art vorhanden.

er Ersatz des Wechselgetriebes durch die elektrische üstung hat das Gewicht dieser Omnibusse von kg auf rd. 7600 kg gesteigert. Trotzdem soll auf d mehrmonatlicher Beobachtungen der Brennstoffrauch von 0,606 auf 0,5 l/km zurückgegangen sein. scheint erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß im ibusbetrieb viele Haltestellen vorkommen, so daß der rauch während des Anfahrens einen wesentlichen uß auf den Gesamtverbrauch ausübt. Auch die ner Omnibus-Gesellschaft hat festgestellt, daß ihre en mit 100 PS-Maybach-Motoren nicht mehr Brennverbrauchen als früher mit rd. 45 PS-Motoren.

Versuche auf einer Strecke von 6,72 km, die in ere Haltestellen von je 10 s Aufenthalt unterbrochen ergaben, daß z. B. bei 13 Haltestellen für den Omninit Rädergetriebe 15 min 20 s Fahrzeit, für den elekhen nur 14 min 28 s gebraucht wurden. Bei 19 Halteten betrug das Verhältnis der Fahrzeiten 17 min 48 s 6 min 46 s und bei 38 Haltestellen 25 min 31 s zu in 43 s. An Umdrehungszählern konnte man ferner en, daß der Benzinmotor bei 12 Haltepunkten im der ganzen Fahrt bei dem Omnibus mit Zahnräderebe 19 906, im Omnibus mit elektrischem Getriebe 17 201 Umdrehungen gemacht hatte, ein Beweis dafür, viel Leerlaufarbeit beim Omnibus mit Wechselebe durch das elektrische Getriebe beseitigt wird. 36maligem Halten betrug die Zahl der Motorehungen 21 240 beim elektrischen und 25 664 beim mechanischen Fahrzeug.

Ein nach ähnlichen Grundsätzen entworfenes Fahrll für einen Dreiachs-Omnibus mit Sechszylinderr von 100 PS bei 1600 Uml./min, Stromerzeuger von

Abb. 12
Ergebnisse der Messungen beim Anfahren eines auf elektrische Kraftübertragung umgebauten Omnibusses mit 64 Personen.

200 A bei 125 V und zwei Hauptstrommotoren für 85 A mit Kegelräder-Hinterachsantrieb, hatte H. Büssing, Braunschweig, auf der Lastkraftwagen-Ausstellung in Köln 1927[8]) gezeigt. Die inzwischen angestellten Versuche scheinen aber noch nicht befriedigt zu haben.

Hinterachsantrieb

Die schwierigen Aufgaben des Hinterachsantriebes müssen für Personen- und für schwere Kraftwagen, besonders Omnibusse, getrennt behandelt werden. Den Entwurf der Hinterachse bei Personenwagen beherrscht die Rücksicht auf Verminderung des unabgefederten Gewichtes der Achse, einmal wegen der Schonung der Straße, dann aber auch, weil die Erschütterungen, die infolge abwechselnden Beschleunigens und Verzögerns der Hinterachsmasse bei schneller Fahrt über Unebenheiten entstehen, um so schwächer werden, je kleiner die Masse der Achse ist. Man kann daher eine für bequemes Reisen im Kraftwagen ausreichende Abfederung um so leichter erreichen, je weniger Masse die Hinterachse enthält.

Fortschritte in dieser Richtung hat man in den letzten Jahren dadurch erzielt, daß man von den aus einem mittleren Stahlgußteil und zwei seitlichen Rohrteilen zusammengesetzten Hinterachsen zu solchen übergegangen

[8]) Z. Bd. 71 (1927) S. 832.

Abb. 13
Schwingachsenantrieb beim 6/30 PS-Steyr-Wagen.

Abb. 14 und 15
Schwingachsenantrieb beim neuen Austro-Daimler-Wagen.

a Gummigelenk *e* Mittellager *h* Tellerrad
b, *c* Kardanwellen *f* Deckel *i* Mitte Treibwelle
d Gelenkkupplung *g* Ritzel *k* Schwingungsmittel der Achshälften

ist, die durchgehend aus einem Stück geschmiedet und in der Mitte ringförmig ausgebildet sind, so daß sie dort ein besonderes Gehäuse für das Ausgleichgetriebe aufnehmen können[9]). Bei leichteren Wagen verwendet man auch vielfach aus Blech gepreßte und geschweißte Achsgehäuse dieser Art. Solche Achsen führen sich heute bei Personenwagen in steigendem Maß ein. Aber auch bei den in der früheren Art zusammengesetzten Achsen versucht man, die Masse des mittleren Teiles durch Verwendung von Leichtlegierung an Stelle von Stahlguß zu vermindern, doch erfordern solche Bauarten wegen der geringen Biegungsfestigkeit und wegen der Veränderlichkeit der Leichtlegierungen unter dauernden Stoßbeanspruchungen besondre Vorsicht, wenn man gefährliche Brüche vermeiden will.

Eine wichtige Verbesserung auf diesem Gebiete stellen wohl die Hinterachsen mit schwingenden Hälften dar, deren mittlerer Teil also fest im abgefederten Rahmen angebracht werden kann. Diese Bauart, die vor einigen Jahren Rumpler[10]) einführte, hat seitdem bei kleineren Personenwagen vielfach Anwendung gefunden. Abb. 13 zeigt als Beispiel die Einzelheiten einer solchen Hinterachse des 6/30 PS-Personen-Kraftwagens der Steyr-Werke A.-G. Im Gegensatz zu andern Antrieben dieser Art wird hier der Lauf der Kegelräder im Hauptantrieb und im Ausgleichgetriebe durch die infolge der Federung auftretenden Schwingungen der Achshälften nicht berührt. Vielmehr ist jede Ausgleichwelle des Wagens mit einem kreisförmig gebogenen Gabelkopf *a* versehen, der sich in den Ausschnitt eines Mitnehmers *b* zwischen Gabel und seitlichem Kegelrad *c* des Ausgleichgetriebes führen kann.

In dem Mitnehmer ist auch das seitliche Kegelrad beweglich, und zwar im rechten Winkel zu der Bewegung, die durch die Gabel der Ausgleichwelle ermöglicht wird. Auf diese Weise werden zu beiden Seiten des Ausgleichgetriebes Kreuzgelenke geschaffen, die beliebige Winkelstellungen der schwingenden Achshälften unbeschadet ihres Antriebes ermöglichen. Wenn sich die Kegelräder gleichförmig drehen, ändern sich allerdings die Winkelgeschwindigkeiten der Achshälften in gewissen Grenzen, wenn sie beim Durchfedern im Winkel zur Achse des Ausgleichgetriebes stehen; doch scheint dies in der Praxis keine Schwierigkeiten bereitet zu haben.

Das Gehäuse der Hinterachse ist hinten an der Mitte einer Querfeder befestigt und durch einen kräftigen Querträger des Rahmens gegen Schubkräfte entlastet. Die Enden der Schwingachsen werden an Hebeln aus gepreßtem Blech geführt, die vorn in Kugelzapfen laufen und an den hintersten Enden die Enden der Querfeder tragen.

Ein Vorteil der Schwingachsen ist noch, daß man den Wagenkasten fast unmittelbar auf das Getriebegehäuse setzen und dadurch eine sehr tiefe Lage des Gesamtschwerpunktes erreichen kann. Die neueste Anwendung dieses Antriebes verkörpert der 12/70 PS-Personenwagen der Austro-Daimler Werke, Wiener-Neustadt, dessen besonderes Merkmal der Ersatz der hinteren Längsträger der Rahmen durch ein hinter dem Getriebegehäuse anschließendes starres Rohr bildet, Abb. 14 und 15. Bei dieser Bauart ist es möglich, eine besond niedrige Lage des Gesamtschwerpunktes zu erzielen.

Bei den Lastkraftwagen und bei d schweren Omnibussen hat sich die Verwendu der ungeteilten, geschmiedeten Hinterachsen in den le ten Jahren fast allgemein durchgesetzt. Diese Bau war hier vielleicht noch dringender notwendig als bei d Personenwagen, weil die Massen ungleich größer sind u bei steigenden Belastungen und häufigen Überlastung der Fahrzeuge immer größere Schwierigkeiten auftret die in der Mitte, also gerade im gefährlichen Querschni geteilten Hinterachsgehäuse auf die Dauer so sicher zu ve binden, daß nicht das Schmiermittel allmählich durc sickert.

Eine sehr wichtige Anforderung an die Bauart d Hinterachse für schwere Kraftwagen ergibt sich a ihrer Verwendung für Omnibusse; bei diesen verla man heute des bequemen Einstiegs wegen, daß der Fu boden im Innern des Wagens auch bei Luftbereifu nicht wesentlich mehr als rd. 600 mm über der Straße fläche liegen soll. Da zwischen dem Fußboden und d Hinterachse noch Raum für das größte Federspiel f bleiben muß, so macht das Rädergehäuse in der Mitte d Hinterachse gewöhnlich die größten konstruktiven U bequemlichkeiten.

Um bei geringen Baukosten und geringem Aufwand Gewicht zu möglichst geringer Bauhöhe der Hinterac gehäuse zu gelangen, kann man, wie zum Beispiel

Abb. 16 und 17
Hinterachsantrieb für Niederrahmen-Omnibusse der Vogtländischen Maschinenfabrik.

[9]) Z. Bd. 69 (1925) S. 511.
[10]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1011.

Abb. 18 und 19
Stirnrad-Nabenantrieb für Hinterachsen der Daimler-Benz-A.-G.
a Stirnrad in der Nabe *b* Ritzel

ändische Maschinenfabrik, Plauen, s. Abb. 16
17, folgendermaßen verfahren: Die Gesamtüber-
ng zwischen Motor und Hinterrädern ist auf zwei
rpaare so verteilt, daß auf das verhältnismäßig
llaufende Kegelräderpaar der größere und auf das
räderpaar der kleinere Teil der Gesamtübersetzung
lt, damit der Durchmesser des Stirnrades klein
. Außerdem setzt man, wie Abb. 17 erkennen läßt,
ingförmige Erweiterung des Achskörpers, die das
ebe aufzunehmen hat, nicht senkrecht, sondern bei-
wagerecht ein. Infolgedessen wird die größte Höhe
Achsgehäuses über der Radmitte nicht viel größer
er Außendurchmesser des großen Stirnrades, über
nur noch ein leichter Deckel ruht. Selbstverständlich
n die Hinterfedern unter der Achse, so daß der Ab-
zwischen dem Rahmenträger und der Achse klein
ssen werden kann. Die Rahmenhöhe, die man bei
r Bauart erreicht, beträgt bei Luftreifen mit
203 mm Dmr. auf Felgen von 508 mm Dmr. vorn
dem Führersitz 660 und über der Hinterachse
nm.

Ein zweiter Weg zu Hinterachsantrieben mit sehr ge-
r Bauhöhe ergibt sich aus einer Weiterbildung des
n Stirnräderantriebes in dem sogenannten Stirnrad-
nantrieb, den die Daimler-Benz-A.-G., Untertürk-
verwendet, Abb. 18 und 19. Das Kennzeichen dieser
rt ist, daß die Naben der Hinterräder mit Stirn-
n *a* verbunden sind, die durch Ritzel *b* an den Enden
usgleichwellen angetrieben werden. Diese Aus-
wellen sind nicht senkrecht unter der Achsmitte,
rn seitlich davon angeordnet. Wie die Zeich-
ergibt, kann man diesen Antrieb so ausführen, daß
interachse oben nur unwesentlich über die Radmitte
ragt, also der Fußboden im Wageninnern sehr tief
kann. Man muß hierbei berücksichtigen, daß das
n nach niedriger Lage des Wagenkastens auch
en hat, weil zu tief liegende Wagen auf nicht ganz
n Landstraßen unverwendbar sind und weil die Ein-
n für die Räder im Innern des Wagens, namentlich
wenn sie für Luftreifen verbreitert werden, Schwierig-
keiten bei der Unterbringung der Sitzplätze bereiten.

Auch die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg hat
eine Hinterachse mit Stirnrad-Nabenantrieb entwickelt,
Abb. 20 bis 22. Diese kennzeichnet sich durch die in der
Mitte nach unten gekröpfte Vollachse. Sie gestattet, die
Bremswellen durch die Achszapfen zu führen und die
Bremsen außen in die Hinterräder einzubauen, wo man sie
bequemer einstellen kann als wenn sie innen angeordnet
sind, s. Abb. 23.

Im Rahmen der Versuche, besonders tiefliegende Om-
nibusse herzustellen, scheint neuerdings auch der V o r -
d e r a n t r i e b Beachtung zu finden, weil er den hinteren
Wagenteil völlig freiläßt und dafür die Ausbildung des
Wagenkastens nicht behindert. Ob es gelingen wird, eine
genügend widerstandfähige Lösung für den Antrieb zu
finden, steht aber noch nicht fest.

Das Bestreben, die Leistungsfähigkeit eines schweren
Kraftwagens auch bei plötzlichen Spitzen der Bean-
spruchung durch den Personen- oder Güterverkehr aus-
zunutzen und so mit weniger Einsatz-Fahrzeugen, die das
Anlagekapital erhöhen, auszukommen, hat dazu geführt,
daß die d r e i a c h s i g e n Lastkraftwagen und Omni-
busse, die insbesondere die Firma H. Büssing, Braun-
schweig, laufend herstellt, in den letzten Jahren große
Bedeutung erlangt haben. Die Einführung solcher
Kraftwagen hat auch die Neufassung der Bundesratver-
ordnung über den Kraftfahrzeug-Verkehr insofern geför-
dert, als nach dieser Verordnung auch Wagengewichte
über 9000 kg zugelassen sind, wenn die Fahrzeuge drei
Achsen haben und mit Luftreifen versehen werden.

Die Anordnung des Achsantriebes für solche Wagen,
die sich bei den Büssing-Wagen bewährt hat, zeigt Abb. 24.
An das Gehäuse des Wechselgetriebes ist ein besonderes
Gehäuse mit einer weiteren Getriebestufe angeschlossen,
die auch die notwendige zweite Übersetzung ins Langsame
darstellt und außerdem die Kraft auf die beiden hinteren
Achsen verteilt. Von hier führen zwei verhältnismäßig
leicht bemessene Kardanantriebe zu den genau gleichen und

530 530 615

RZ1224Z32÷34

Abb. 20 bis 22
Stirnrad-Nabenantrieb für Niederrahmen-Omnibusse der MAN

seitlich von der Mitte geteilten Hinterachsbrücken. Die Getriebegehäuse der Hinterachsbrücke behindern daher nicht das Tieferlegen des Mittelganges im Wagenaufbau. Beim Fahren in der Krümmung gleichen sich die Seitenbewegungen der beiden Hinterachsen infolge der Nachgiebigkeit der Luftreifen aus, ohne daß Gleitbewegungen auftreten. Auf einen Ausgleich der Kräfte zwischen den beiden Achsen hat man verzichtet, da man annimmt, daß sich dieser Ausgleich der natürlichen Nachgiebigkeit der langen Kardanwellen selbsttätig vollzieht. Die Kegelräder in den Hinterachsbrücken können verhältnismäßig kleine Übersetzung, also kleine Außendurchmesser erhalten, so daß man eine ausreichend tiefe Lage des Wagenfußbodens erhält. Die

Abb. 23
Von außen zugängliche Hinterradbremse.

RZ1224Z36

Abb. 24
Antrieb des Dreiachsenwagens von Büssing.

Abb. 22

sen sind miteinander durch die Hinterfedern des Rah-
s verbunden, die in der Mitte am Rahmen drehbar sind.
Schubkräfte der Achsen werden getrennt durch beson-
e Querträger auf den Rahmen übertragen.

Die beschriebene Bauart hat sich, wie die vor-
enden Berichte erkennen lassen, im praktischen Ge-
uch bewährt, obschon beim Lauf des Wagens in der
immung Seitenverschiebungen der Achsen gegen den
men auftreten müssen; dieser Erfolg erklärt sich viel-
ht daraus, daß die Wagen ohne Ausnahme mit großen
treifen versehen werden, die solche Verschiebungen
möge ihrer seitlichen Nachgiebigkeit aufnehmen
nen. Ob hierdurch die Lebensdauer der Luftreifen be-
rächtigt wird, steht vorerst noch nicht fest. Vor eini-
Zeit fand eine Aussprache über diesen Punkt in einer
rsammlung der Institution of Mechanical Engineers
t[11]). Dabei wurde berichtet, daß bei 5 Dreiachswagen,
zusammen über 80 000 km zurückgelegt haben, noch
ersten Reifen vorhanden seien, und keine wesentliche
nutzung aufweisen. Auch die Einbuße an Lenkbarkeit,
bei einem solchen Fahrzeug wegen der beiden unbe-
glichen Hinterachsen unvermeidlich ist, hat selbst
Verkehr innerhalb von Städten mit engeren Straßen
keine Schwierigkeiten bereitet, wie der seit einiger Zeit in Berlin verkehrende Versuchswagen beweist. Vor kurzem hat die Berliner Omnibus-A.-G. 100 solche Wagen nachbestellt.

Zu erwähnen wäre noch, daß man vielfach versucht, die Leistungsfähigkeit von Kraftwagen dadurch zu erhöhen, daß man einen kurz gebauten zweiachsigen Schleppwagen mit einem entsprechend geräumigeren einachsigen Anhänger kuppelt. Auch bei solchen Fahrzeugen kommt man ohne Überschreitung der zulässigen Achsdrücke von 6 t auf wesentlich höhere Nutzlasten als bei zweiachsigen Kraftfahrzeugen. Die Einbuße an Lenkbarkeit, die auch bei diesen in Deutschland wohl zuerst von Fried. Krupp, A.-G., Essen, eingeführten sogenannten Sattelschleppern auftritt, hat man bei einer Bauart der Waggonfabrik H. Fuchs, Heidelberg, Abb. 25 und 26, dadurch behoben, daß man auch die Achse des Anhängers lenkbar ausbildet und durch die Bewegung des Sattelstücks steuert. Der Zugwagen mit Kettenantrieb, Abb. 25, trägt an der Hinterseite einen muldenförmigen Mitnehmer für den Anhänger. Der entsprechende Kopf vorn auf dem Anhänger ist am Rahmen drehbar und durch Stangen mit den beweglichen Schenkeln der Hinterachse verbunden, so daß durch den Ausschlag des Schleppers gegenüber dem Anhänger beim Einfahren in Krümmungen die Hinterräder des Anhängers verstellt werden. Der Anhänger hat vorn eine zweite Laufachse ohne Gummireifen, auf die er sich aufsetzt, wenn er vom Schlepper abgekuppelt wird. Die Einrichtung hat insofern Vorteile, als man durchgehende Gestänge vom Schlepper zum Anhänger vermeidet, so daß das An- und Abkuppeln sehr schnell vor sich geht und man sehr enge Krümmungen befahren kann.

Bremsen

Das Bremsen der beiden Achsen eines Kraftwagens ist heute namentlich im Stadtverkehr unentbehrlich geworden, wo man die Wagen häufig sehr schnell zum Stehen bringen muß, wenn man eine annehmbare mittlere Reisegeschwindigkeit erzielen will, und wo wegen der Schlüpfrigkeit des Straßenpflasters scharfes Bremsen einer einzelnen Achse Unfälle durch Gleiten hervorrufen kann. Die Beobachtungen im praktischen Gebrauch der Vierradbremsung haben bestätigt, daß der notwendige Bremsweg eines Kraftwagens durch Vierradbremsung im Mittel auf etwa die Hälfte vermindert wird. Daß darin ein großer Fortschritt in der Verkehrssicherheit des Kraftwagens liegt, ist leicht einzusehen.

Konstruktive Schwierigkeiten, die früher die Einführung der Bremsen an den lenkbaren Vorderrädern behinderten, gibt es heute nicht mehr. Allerdings muß man solche Bremsen im allgemeinen etwas sorgfältiger pflegen, als es oft bei den Hinterradbremsen oder bei den Getriebebremsen geschieht, da bei unrichtiger Einstellung der Bremsbacken einseitiges Bremsen der Vorderräder unter Umständen Gefahren heraufbeschwören kann.

[11]) „Engineering" Bd. 123 (1926) S. 330. Allerdings beziehen sich
e Erfahrungen nicht auf Dreiachswagen der Büssingschen Bauart,
lern auf solche, bei denen die beiden hinteren Achsen von einer
hlaufenden Welle in der Längsmitte des Fahrgestells, vergl. Z. Bd.
928) S. 153, angetrieben werden. Solche Dreiachswagen hat man
uns noch nicht regelmäßig hergestellt. Anscheinend steht das DRP
74 im Wege.

Abb. 25
Sattelschlepper der Waggonfabrik H. Fuchs.

Abb. 26
Anhänger des Schleppers, Abb. 25.

Abb. 27
Vorderradbremse, Bauart Poulet, für einen Kraftomnibus der Vogtländischen Maschinenfabrik.

Über die Zweckmäßigkeit der Vierradbremsen bei schweren Kraftwagen, namentlich bei den städtischen Kraftomnibussen, ist man sich dagegen noch nicht ganz einig, einmal weil vielleicht der Vorteil, schnell halten zu können bei solchen Fahrzeugen durch die im Stadtverkehr besonders gefürchtete Gefahr des Gleitens festgebremster Lenkräder aufgewogen wird, dann aber, weil man bei Verwendung von Vierradbremsen für solche Wagen kaum ohne eine Hilfskraft für das Anpressen der Bremsbacken auskommt und gerade dies noch nicht restlos gelöst zu sein scheint.

Die Vorderradbremse nach der Bauart Poulet beim Kraftomnibus der Vogtländischen Maschinenfabrik, Abb. 27 ist eine ganz einfache Schlüsselbremse mit Innenbacken, deren Nocken in der Verlängerung des Ach schenkelbolzens angeordnet sind, so daß die Bremse b jeder Winkelstellung der Vorderräder gleich gut wirk kann und das Schwenken der Vorderräder keine Ve stellung der Bremsbacken herbeiführt.

In bezug auf die Hilfskraft für das Betätigen d Bremsen, kann man, abgesehen von mechanischen Hilf mitteln, den sogenannten Servo-Bremsen[12]), unterscheid Einrichtungen, bei denen das zur Unterstützung des Fa rers benutzte Druckmittel, Drucköl oder Druckluft, u mittelbar am gebremsten Rad zur Wirkung kommt, u Einrichtungen, bei denen das Druckmittel nur auf das G stänge der Bremse, also sozusagen mittelbar wirkt. A gemein muß ferner verlangt werden, daß die Hilfs-Brem einrichtung mit dem Gestänge der Hand- oder Fußbrem so gekuppelt ist, daß beim Versagen der Hilfskraft d Hand- oder Fußkraft einsetzt. Für die Sicherheit d Bremsung ist dies wesentlich, da es im Gefahrfall a kleine Bruchteile von Sekunden ankommt.

Unmittelbar wirkende Druckluftbremsen stellt se einigen Jahren die Firma Knorr-Bremse, A.-G., Berli her. In den Vereinigten Staaten hat u. a. die Christe sen Air Brake Co., Cleveland, den Zusammenbau d Luftzylinder mit den Bremsteilen gut durchgebild Abb. 28. In dem Bremszylinder, Abb. 29, sind zwei Kolb mit metallischen Dichtungen geführt, die mittels Druc luft gleichmäßig auseinandergedrückt werden.

Für mittelbar wirkende Bremsen kommt in neuer Zeit als Hilfskraft auch der Unterdruck in der Ansau leitung des Motors in Frage. Abb. 30 und 31 zeigen d Anordnung der Unterdruckbremse nach der Bauart D wandre in der Ausführung der Firma R. Bosch A.-G. a neuen Horch-Wagen. Aus dem in der Mitte des Rahme gelagerten Zylinder wird, sobald man den Fußhebel ni derdrückt und dadurch mittels des Gestänges *a* das Ven öffnet, die Luft durch die Leitung *b* stark abgesaugt, daß der Kolben das Gestänge der Vierradbremse anziel Läßt man den Fußhebel wieder los, so wird der Zylind durch die Leitung *c* wieder mit dem Kurbelgehäuse u dadurch mit der Außenluft verbunden, so daß die Brem nachläßt. Allerdings wirkt die Bremse nur, wenn d Motor läuft. Man darf also z. B. beim Bergabfahren ni die Zündung abschalten und das Getriebe auf Leerla einstellen.

Hydraulische Bremsen dieser Art werden bei d Maybach-Wagen[13]) verwendet. Im Gehäuse des Mot ist eine vom Motor angetriebene Pumpe gelagert, die dem Maße gedrosselt wird, als man auf den Bremshel tritt. Der Druck der Pumpe überträgt sich unmittelb auf das Gestänge der Bremse und läßt sich mit dem F sehr fein einregeln. Versagt der Öldruck oder steht d Motor still, so wirkt die Bremse trotzdem, nur muß m entsprechend stärker auf den Fußhebel drücken.

Ein Beispiel für die Anwendung der mittelbaren Hil kraft bei Druckluftbremsen zeigt die von der Vogtlän

[12]) Z. Bd. 69 (1925) S. 713.
[13]) Z. Bd. 68 (1924) S. 841.

Abb. 28
Gesamtanordnung.

Abb. 29
Schnitt durch den Bremszylinder.

Abb. 28 und 29. Unmittelbar wirkende Luftbremse der Christensen Air Brake Co.

Abb. 30
Anordnung im Fahrgestell.

Abb, 31
Bremszylinder mit Steuerung, aufgeschnitten.

Abb. 30 und 31. Unterdruckbremse am neuen Horch-Wagen.

a Gestänge *b* Absaugleitung *c* Luftleitung

Abb. 32
Vorderer Teil des Fahrgestelles.

Abb. 32 und 33
littelbare Druckluftbremsung der Vogtländischen Maschinenfabrik.

Abb. 33
Hinterer Teil des Fahrgestelles.

a Luftkompressor
b Luftfilter
c Zylinder der Vorderradbremsen
d Zylinder der Hinterradbremsen
e Regelventil
f, *g* Luftbehälter

Maschinenfabrik entworfene Anordnung, Abb. 32 3. Der Luftkompressor *a*, der von der Nebenwelle Vechselgetriebes angetrieben wird, trägt oben ein lter *b* und ist in dem Raum zwischen dem Wechsel-be und dem Querträger für das Kardangelenk leicht hbar. Er speist die Zylinder *c* für die Vorder- und *d* für die Hinterradbremsen; diese Zylinder sind zusammen mit dem Kompressor und dem Regelventil *e* auf einem Träger aufgebaut, der auch nachträglich in den Rahmen eingesetzt werden kann. Auf dem Querträger sind auch die beiden Luftbehälter *f* und *g* sowie die Welle für die Betätigung der Vorderradbremse gelagert.

[B 1224]

Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit im Baugewerbe

Von Prof. Dr. Georg Garbotz, Berlin

Fruchtbarstes Mittel zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Bauwesen ist der Ersatz von Hand- durch Maschinenarbeit. Ersparnisse an Bauzinsen, geringerer Bedarf an Arbeitern, Hebung der Güte des Erzeugnisses sind die Folgen. — Beispiele aus dem Hoch-, dem Wohnungs- und dem Straßenbau, von der Großbaustelle, aus der Baustoffaufbereitung, dem Stollenbau und bei Erdbewegungsarbeiten. — Grenzen der Anwendung von Maschinenarbeit.

Mechanisierung der Bauvorgänge, also Anwendung der Maschine auf der Baustelle, ist wohl das Mittel der Rationalisierung, bei dem Bedeutung und Erfolge am leichtesten verständlich sind und am sichtbarsten in Erscheinung treten. Ausgelöst durch die günstigen Erfahrungen, welche die Amerikaner auf diesem Gebiete gemacht haben, und befruchtet durch Vorbilder, die der stärker mit maschinentechnischen Gedanken durchsetzte Abraumbetrieb im Braunkohlenbergbau geliefert hat, hat diese Bewegung zum Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit in der letzten Zeit Ausmaße angenommen, die sie in den Vordergrund aller Rationalisierungsmaßnahmen des Baugewerbes gerückt hat. Man braucht ja beispielsweise nur daran zu denken, daß nach der letzten deutschen Produktionsstatistik die im Baugewerbe arbeitenden Antriebmaschinen von 171 000 PS Antriebleistung im Jahre 1907 auf 443 000 PS im Jahre 1924 zugenommen haben, eine Zahl, die, verglichen etwa mit den 1 430 000 PS Antriebleistung in der Maschinenindustrie, vielleicht klein erscheint, aber immerhin doch schon ein recht eindrucksvolles Bild zeigt. Die zunehmende Verwendung der so anpassungsfähigen Elektrizität wird diese Entwicklung stark begünstigen. Worin liegen nun die Gründe für diese Umstellung von dem hergebrachten Hand- auf den Maschinenbetrieb? Sie lassen sich in fünf Punkten zusammenfassen.

Gründe für die Umstellung

An der Spitze steht die Ersparnis an Bauzinsen durch Abkürzung der Bauzeit infolge wesentlich gesteigerter Leistungen. Baugelder sind zur Zeit nur sehr schwer oder nur mit hohen Zinsen zu erhalten. Die Folge davon ist, daß die Bauherren durch Abkürzung der Bauzeit den Zinsendienst nach Möglichkeit zu verringern suchen. Daher werden Leistungen vom Unternehmer verlangt, die ohne weitgehenden Einsatz von Maschinen überhaupt nicht mehr bewältigt werden können.

Wohl der wichtigste Grund für den Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit dürfte in den Lohnersparnissen liegen. Er war es auch, der den Amerikanern zu so weitgehender Mechanisierung ihrer Baubetriebe Veranlassung gegeben hat. Im Jahre 1925 betrug in Amerika der Umsatz des Baugewerbes etwa 120 Milliarden *ℳ*. Nehmen wir hiervon bei der großen Lohnhöhe nur 40 Milliarden *ℳ* als Löhne an, so erhellt bereits, wie groß der Einfluß auch nur der kleinsten Ersparnisse durch die Anwendung der Maschinen sein kann. Es ist bekannt, daß die menschliche Arbeitskraft die teuerste ist, die wir haben. Zwar ist sie ganz allgemein verwendbar, beträgt aber nur etwa $^1/_{20}$ PS oder $^1/_{27}$ kW. Bei einem Stundenlohn von 1 *ℳ* würde also die PSh auf 20 *ℳ* und die kWh auf 27 *ℳ* kommen. Elektrische Kraft steht uns aber auf den Baustellen bereits für 0,10 *ℳ*/kWh und weniger zur Verfügung. Sie kostet also noch nicht ½ vH der menschlichen Kraft. Es ist allerdings richtig, daß zu den Kosten der mechanischen Energie noch die festen Ausgaben für Verzinsung, Abschreibung, Transport und Aufstellung hinzukommen, die für die Maschine aufgebracht werden müssen. Während also bei der Handarbeit die Kosten der Leistungseinheit von der Größe der Aufgabe unabhängig sind, müssen sie bei Maschinenarbeit sinken, je größer die geforderte Gesamtarbeit ist. Bei einer bestimmten Arbeit werden also abhängig von der Lohnhöhe und den Kosten des Gerätes bis zu einer gewissen Grenze Hand- und Maschinenarbeit wettbewerbfähig sein, Abb. 1 und 2. Darüber hinaus ist die Ersparnis um so größer, je mehr die Maschine zu leisten hat[1]).

Mit den weitgehenden Lohnersparnissen eng zusam hängt der dritte der Gründe, die zu einer Mechanisier des Baubetriebes drängen, der geringere Bed an Arbeitern, insbesondere an Facharbeitern. ausschlaggebend aber gerade diese Frage für die W schaftlichkeit eines Bauwerkes werden kann, ist aus Beispiel der Schwarzenbach-Talsperre zu entnehme Die Sperrmauer mit 290 000 m³ Inhalt sollte in Bruchst mauerwerk erbaut werden. Um die vom Bauherrn geschlagene Bauzeit einzuhalten, hätten 250 Facharbe (Maurer) beschäftigt werden müssen. Wenn auch Ausdehnung des Bauwerkes die Schaffung der genügen Zahl von Arbeitstellen für die Monatsleistung von 880 ermöglicht hätte, so mußte doch nach den Erfahrun an andern Stellen mit Recht gefürchtet werden, daß nicht gelingen würde, dauernd diese hohe Zahl von F arbeitern für diese abgelegene Baustelle zu bekommen. Sperre wurde in Gußbeton ausgeführt mit dem Er daß die Zahl der an der Verarbeitungsstelle eingesetz u. zw. nur ungelernten, Arbeiter auf etwa zwanzig untergesetzt und daß durch die höheren Leistungen inf der Mechanisierung des Mischvorganges und vor allem Transporte die Bauzeit auf die Hälfte abgekürzt we konnte. Gleichzeitig liegt hier eines der anschaulich Beispiele vor, in wie hohem Maße die Wirtschaftlich eines Baues beeinflußt werden kann, wenn Planung Fertigung im Bauwesen wie im Maschinenbau Hand Hand arbeiten und schon bei der Planung auf die M lichkeit der mechanisierten Herstellung Rücksicht ge men wird.

Abb. 1 und 2
Kosten von Hand- und Maschinenarbeit.

Die Verringerung der Zahl der Facharbeiter sowie Arbeiter überhaupt macht aber die Bauleitung auch w lich weniger abhängig von den Forderungen der A schaft, da ja bei hoher Arbeiterzahl auch die Streikg groß ist. Auch die Unterbringungsfrage macht oft unwesentliche Schwierigkeiten, die mit der Größe Barackensiedlungen infolge der erforderlichen gesund technischen Einrichtungen u. ä. erheblich zunehmen

Hand in Hand mit der wirtschaftlicheren Durchfüh der Arbeiten bei Anwendung von Maschinen geh vierter Punkt die Güte des Bauwerkes. bekannt, daß keine Handarbeit ein Erzeugnis so g mäßig und gut zu liefern vermag, wie die von alle sönlichen Einflüssen unabhängige Maschine. Man br hier nur an die Betonmischung zu denken, wo das tätige Wiegen der Bindemittel und Zuschlagstoffe, n nische Abmessung des Wasserzusatzes und geregelte M zeiten, womöglich unter Zuhilfenahme von Aufze vorrichtungen, dem Bauherrn eine Sicherheit für seinen Wünschen entsprechende Betonherstellung die er bei der Verschiedenheit der Arbeiterschaft und Abhängigkeit von Tageszeit, Witterung, Ernährung

[1]) Weihe, Welchen Stand hat der Ersatz der menschlichen Arbeitskräfte durch Maschinen im Bauwesen erreicht und wo muß die weitere Einführung bzw. Vervollkommnung des maschinellen Betriebes angestrebt werden? Probleme der Wirtschaftlichkeit im Bauwesen (Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen); Berlin 1927; S. 28.

[2]) Dr. Enzweiler, Der Bau der Schwarzenbachtalsperr Bauingenieur" Bd. 6 (1925) S. 401, vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 718 u

Abb. 3
Einpressen von Zementmilch in Hohlräume mittels des Torkret-Verfahrens.

rreichen könnte. Auch der Torkretputz bei Stollen-leidungen ist, abgesehen von seinen sonstigen Eigen-ften, ein Schulbeispiel hierfür. Es muß wohl als eschlossen gelten, daß ein ähnlich hochwertiges ugnis im Handbetrieb zu erreichen wäre. Das gleiche ucht die Kisse-Wurfturbine zu erreichen, bei der statt Druckluft mechanische Energie ausgenutzt wird[3]).

Ein letzter Grund schließlich, der zur Verwendung Maschine auf der Baustelle zwingen kann, ist die ache, daß manche Aufgaben ohne Zuhilfe-me der Maschine technisch überhaupt ht lösbar sind. Ein Beispiel dafür ist das Aus-n von Hohlräumen mittels des Torkret-Zementkessels Einpressen von Zementmilch, Abb. 3.

Maschinen im Hochbau

Diese Verschiedenheit der Gründe, die zur Verwen-von Maschinen drängen, einerseits und die Viel-keit der Bauaufgaben anderseits sind nun die chen dafür, daß die Wege, auf denen sich diese neu-chen Bestrebungen für den Ersatz der Handarbeit Maschinenarbeit im Baugewerbe abwickeln, außer-tlich zahlreich sind. Nach den obigen Ausführungen klar, daß die Vorteile des Maschinenbetriebes um so er werden, je größer die Aufgaben sind. Aber auch kleineren Bauarbeiten beginnt man sich mit dem Ge-en der Mechanisierung vertraut zu machen. Ein kennzeichnendes Beispiel hierfür ist der Hochbau. Für Monumentalbauten hat man ja bereits vor dem Krieg in den Turmdrehkranen verschiedenster Formen, Abb. 4, Mittel gefunden, um wenigstens einen Teil der Höhen- und Längsförderungen zu mechanisieren. Ein großer Vorteil dieser Geräte liegt vor allem in ihrer sehr leichten Aufbaumöglichkeit. Immerhin war auch hier der Arbeitsbereich bei größeren Gebäudetiefen durch die Ausladung der Krane beschränkt, so daß die Wagerechtförderung der zugeführten Baustoffe an die eigentliche Verarbeitungsstelle noch immer nicht befriedigte.

Die Amerikaner suchen diese Schwierigkeiten dadurch zu umgehen, daß sie bei ihren Hochbauten Beton bevorzugen und diesen so flüssig verarbeiten, daß er als Gußbeton unter natürlichem Gefälle in Gießrinnen an jede Arbeitstelle gebracht werden kann. Auch in Deutschland haben sich die hierfür verwendeten Mastgießtürme, die von den Firmen Gauhe, Gockel & Cie., Torkret-G. m. b. H., den Atlaswerken, Hüttenamt Sonthofen, der Internationalen Baumaschinen-A.-G., Jucho u. a. geliefert werden, eingeführt. Ihr Arbeitsgebiet beschränkt sich aber meist auf Industriebauten. Zudem ist es noch nicht gelungen, in Deutschland mit seinen verhältnismäßig niedrigen Löhnen den wirtschaftlichen Verwendungsbereich, auf so kleine Bauten auszudehnen wie in Amerika.

Beim eigentlichen Wohnungsbau wird noch heute fast allgemein im Handbetrieb gearbeitet. Allenfalls kann man mitunter Ziegelaufzüge, Bauschwenkkrane einfachster Form, Einfach- und Doppelbauaufzüge antreffen, Abb. 5. Auch neuartige Mischmaschinen, bei denen durch ununterbrochenes Mischen die Ausbeute erhöht werden soll, wie der Krupp- und Eschrich & Schlütersche „ver Mer"-Mischer, Abb. 6, oder aber der aus Amerika übernommene „Heinzelmann"-Auflader für die Kiesplätze deuten neue Wege an. Einen wesentlichen Antrieb hat der Mechanisierungsgedanke aber wohl erst infolge der Bestrebungen zur Verbilligung des Wohnungsbaues durch Einführung fabrikmäßiger Herstellung erfahren, Bestrebungen, die ja auch zur Gründung der Reichsforschungs-Gesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau-

[3]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 684.

Abb. 5
Schnellbauaufzug „Goliath" von Leo Roß, Berlin, mit Rohrmast für 400 kg und 0,5 m/s; Höhe 18 m.

Abb. 4
Portalturm-Drehkrane von Julius Wolff, Heilbronn, bei Hochbauten.

und Wohnungswesen geführt haben. Es ist bekannt, daß durch folgende Maßnahmen eine wesentliche Verbilligung des Wohnraumes und eine erhebliche Verkürzung der Bauzeit erreicht werden soll:

1. Beschränkung der Ausführungsformen auf einige wenige erprobte Grundrisse mit Wohnungen und Zimmerzahlen, passend für den Hauptbedarf;
2. Aufstellung von Normblättern für diese Ausführungsformen, nach denen einheitlich die Wohnungsbedürfnisse des ganzen Landes befriedigt werden sollen;
3. Normung der Einzelteile, um durch fabrikmäßige Herstellung billiger bauen zu können;
4. Übertragung dieses Gedankens der fabrikmäßigen Herstellung auch auf das ganze Wohnhaus durch Anpassung der Konstruktion an die Forderungen einer mechanischen Herstellung;
5. Zerlegung der Bauvorgänge in die fabrikmäßige Herstellung der Bauteile, um dadurch unabhängig von der Witterung zu werden, und den anschließenden Zusammenbau dieser Teile, um hierbei weitgehend mechanische Fördermittel und Hebezeuge zu verwenden.

Zwei grundsätzlich verschiedene Wege lassen sich dabei feststellen. Bei dem einen lehnt man sich insofern an das Hergebrachte an, als aus den verschiedenartigen Rohstoffen die Gebäudemauern an Ort und Stelle hergestellt werden, bei dem zweiten beschränken sich in den verschiedensten Formen der Skelettbauweise die eigentlichen Bauarbeiten mehr oder minder auf Zusammenbauvorgänge. Bei beiden aber können, da sie nur bei Siedlungsbauten, d. h. dort angewendet werden, wo auch im Hochbau die Massen bereits wesentlich höher liegen als früher allgemein üblich, weitgehend die Maschinen für Fördervorgänge herangezogen werden. Als Beispiel des ersten Ausführungsweges wären die Arbeiten der Firma Sommerfeld zu erwähnen, die sie in Blankendorf bei Merseburg im Auftrag der Gagfah [3a]) durchführt. 700 Wohnungen in Zollingerbauweise sind dort in kurzer Zeit im Rohbau zu erstellen. Die Firma Sommerfeld benutzt hierzu eine Art fahrbare Hellingkrananlage, die man auch als

[3a]) Gemeinnützige Aktien-Gesellschaft für Angestellten-Heimstätten.

Abb. 7
Holzmannsche Skelettbauweise mit Einschienen-Turmkranen.

Abb. 6
Durchlaufmischer, Bauart ver Mer, mit selbsttätiger Baustoffaufgabe und -zumessung.

das Schiff einer fahrbaren Zusammenbauhalle ansprec könnte und die mittels eingebauter Laufkrane, Aufz usw. gestattet, ohne Schwierigkeiten die jeweils nöti Baustoffe an jede Verwendungstelle heranzubringen. das Werkstattschiff an seinen Außenwänden mit L bühnen in verschiedener Höhe ausgestattet ist, kön auch alle Fertigstellungsarbeiten anschließend an Rohbau von hier aus vorgenommen werden, so daß Auf- und Abbau aller Rüstungen fortfällt.

Etwas einfacher werden die Fördereinrichtun wenn an der Baustelle nur noch bereits an andern O fertiggestellte Tafeln versetzt werden. Das Beispiel Holzmannschen Skelettbauweise zeigt, daß vor der H serfront Gerüsttürme auf einer Schiene verfahren we können, Abb. 7. Die ganze Bauweise ist mit Rücks auf die maschinenmäßige Ausführung in Bimsbeton genommen.

Der vordere Turm enthält im unteren Teil die einer Plattform mitverfahrbare Betonmischmaschine, Anschluß hieran den Aufzugkübel und in verstellb Höhe das Zwischensilo, von dem aus durch beson Schüttrinnen der Beton bis an die Verarbeitungsst gebracht werden kann. Durch seitliches Verfahren Höhenänderung ist zunächst jede Stelle der Frontm unmittelbar zu beschicken. Von hier aus bis an die terfront wird die Seitenförderung durch leichte För bänder ausgeführt. Das Gerät ist ferner mit Schw kranen ausgestattet, so daß auch andre Lasten befö werden können. Zur Bedienung gehören ein Maschi führer, zwei Beschicker der unteren Betonmischmas und zwei Abnehmer an der Schüttrinne. Die Leis beträgt etwa 60 bis 80 m^3/Tag.

Der zweite dahinterliegende Gerüstturm ist eben in der Längs- und Höhenrichtung verfahrbar und en ein Arbeitsgerüst, das für das Anbringen der Verscha und zur Ausführung aller sonstigen Arbeitsleistu verwendet werden kann.

Mit Hilfe dieser Geräte ist es möglich, die Arbei stung für die Errichtung einer Siedlungswohnung im bau auf 218 Arbeitstunden gegenüber den bishe Ausführungen im Ziegelbau mit 400 Maurerstunden 215 Arbeiterstunden herabzusetzen. Die Verwen dieser Geräte bei Ausführung der Holzmannschen Sk bauweise bedeutet also eine ganz wesentliche Verm rung der Arbeiten auf der Baustelle selbst.

Maschinen im Straßenbau

Ganz ähnlich wie im Hochbau liegen die Verhält im Straßenbau. Auch hier sah man sich nach dem denschluß genötigt, das nachzuholen, was währen Kriegsjahre unterblieben war, um den gesteigerten A derungen der Wirtschaft durch großzügige Neubaut

Abb. 8. Betonaufbruchhammer der Firma Flottmann, A.-G., im Straßenbau.

sprechen. Der Studiengesellschaft für Automobilaßenbau ist es zu verdanken, wenn man sich dabei auch Frage der Mechanisierung tatkräftig annahm. Die nzelheiten der Straßenbaumaschinen hier zu bringen, rde zu weit führen[4]). Nur drei Geräte seien erwähnt, denen der Ersatz der Handarbeit besonders deutlich in Augen springt. Wenn in den Großstadtstraßen die ondecke der Stampfasphaltstraßen aufgebrochen wird, utzt man heute Betonaufbruchhämmer, wie sie Flottnn, die Demag u. a. bauen, und die ihre ft von fahrbaren Kompressoren mit Ben- oder Rohölantrieb erhalten, Abb. 8. Sie sten die Arbeit von 8 bis 12 Handarbeitern. ch die Straßen-Betonmischmaschine in rbindung mit dem Straßenfertiger ist solch Gerät, das, von Amerika kommend, gettet, den ganzen Betonstraßenbau auf eine uzeitliche fabrikationstechnische Grunde zu stellen, hohe Leistungen zu erzielen, nschliche Arbeitskraft zu sparen und ein hwertiges gleichmäßiges Erzeugnis zu gehrleisten, Abb. 9 und 10.

Gerade der Straßenbau, der ja wohl für itsche Verhältnisse als das Arbeitsgebiet Kleinunternehmers angesprochen werden f, ist einer der Zweige des Baugewerbes, die amerikanischen Wege als richtungisend für unsre Bestrebungen des Ersatzes Handarbeit durch Maschinenarbeit auch weniger umfangreichen Aufgaben angeen werden können. So benutzt der Ameaner zur Herstellung des Planums neben Wegehobeln, den Subgraders u. a. m., ine Löffelbagger, die durch entsprechende satzausrüstungen als Greifbagger, Eimerlbagger, Skimmer, Backfiller, Kran, mme usw. verwendet werden können. Auch itsche Firmen, wie Menck & Hambrock, nstein & Koppel und die Demag begin- auf diesem Wege zu folgen und dem inunternehmer zu ermöglichen, durch die lseitigkeit der Verwendung die festen sgaben der Maschine auf einen größeren eis von Arbeiten zu verteilen.

[4]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1661; ein Aufsatz von mir b dieses Thema wird demnächst in dieser Zeitschrift rheinen.

Ganz ähnlich ist auch in Amerika der Wirkungsbereich des Ford-Schleppers erweitert worden, indem eine ganze Industrie von mehr als 300 Firmen sich in den Dienst der Herstellung von Zusatzeinrichtungen gestellt hat, die den Schlepper für einige Dutzend ganz verschiedene Zwecke verwendbar macht. Den gleichen Gedanken führen in Deutschland jetzt die Torkret-Gesellschaft und die Atrag[4a]) durch, indem sie den Schlepper, nach den Darbietungen auf dem Meßstand zu urteilen, für Bauzwecke mit Ausrüstungen als Ein- und Zweitrommelwinde, als Wegehobel, Greifer, Betonmischmaschine, mit Pumpe, Kompressor, Stromerzeuger, als Straßenwalze, Löffelbagger, Kran, Schraper u. a. m. liefern, Abb. 11.

Ebenso sind die Pflasterrammen von Schütz, Dingler und Eßlingen Geräte, die die bisher allein übliche Handarbeit weitgehend einzuschränken gestatten.

Mit dem Straßenbau eng zusammen hängen die Verlegungsarbeiten für Überlandkabel der Reichspost und der öffentlichen Kraftwerke. Auch hier ist über die Grabenbagger, wie sie mehrfach die Siemens-Bauunion für solche Zwecke vor Jahren verwendet hat, hinausgehend von der Weserhütte eine Kabelverlegungsmaschine[4b]) gebaut worden, Abb. 12, die den ganzen Arbeitsvorgang, für den sonst die 15- bis 20-fache Arbeiterzahl erforderlich war, mit einem durch 4 bis 5 Mann bedienten Gerät bewältigt, das den Aushub, die Kabelverlegung und Wiederverfüllung erledigt und dabei bis zu 700 m am Tage leistet. Gerade bei diesem außerordentlich stark ortveränderlichen Betrieb spielt aber die Arbeiterfrage eine sehr ausschlaggebende, die wirtschaftliche Durchführung gefährdende Rolle.

Maschinen auf Großbaustellen

In ganz anderm Maß als bei diesen Arbeiten, wo es sich durchweg um die Bewältigung kleinerer Massen handelt, treten die oben angeführten Vorzüge der Maschinenarbeit bei den gewaltigen Leistungen auf Großbaustellen in Erscheinung. Abtrag, Beförderung und Auftrag sind

[4a]) Auto- und Traktoren-Ausrüstung, G. m. b. H., Berlin.
[4b]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1690.

Abb. 9
Straßenmischer, Bauart „Rex", von Fried. Krupp, A.-G., Grusonwerk.

Abb. 10
Straßenfertiger der Dinglerschen Maschinenfabrik.

mit Mischmaschine

als Motorwalze

als fahrbarer Kran

als Löffelbagger auf Raupen

als Wegehobel

als Verladeschaufel

mit Kompressor

mit Schraper zum Bodenabhub

Abb. 11
Vielseitige Verwendungsmöglichkeit des Motorschleppers für Bauzwecke.

die drei Grundelemente jeden Bauvorganges überhaupt. Im Wesen jedes Baues liegt es also, daß die Fördervorgänge hier eine ausschlaggebende Rolle spielen. Der Maschinenbau hat bereits Vorbildliches auf diesem Gebiet geleistet. Größer müssen die Erfolge noch in der Bauwirtschaft sein. Ausscheidung der unnötigen Fördervorgänge, Vermeidung der Gegenläufigkeit von Bewegungen, Anwendung der fortlaufenden Förderung, wo nur immer möglich, mit Bändern, Kettenbahnen, Seilbahnen, auch Kabelkranen, Gießrinnen u. a. m. helfen hier, das Ziel zu erreichen. Ein Beispiel dafür, wie bei Tagesleistungen von 3200 m³ Beton nur die größten und neuzeitlichen Maschinen, zusammengebaut unter Auswertung aller Rationalisierungserfahrungen der Maschinenindustrie, den gesteigerten Anforderungen zu genügen vermögen, sind die beiden Aufbereitanlagen, die die russische Regierung beim Dnjeprostroi der Firma Krupp und der Inte[rnationalen] nationalen Baumaschinen-A.-G. in Auftrag gegeben hat. [...] ein Großbrecher von 1200 × 1500 mm² Maulweite, zw[ei] Rundbrecher von 2900 mm, zwei Backenbrecher m[it] 800 × 600 mm² Maulweite, vier Sandmühlen von 1000 [×] 320 mm² Maulweite und die zugehörigen Sortiertrommel[n,] Aufgaberoste, Becherwerke mit bis zu 1500 × 1000 [×] 500 mm³ Becherinhalt kennzeichnen die Größe der Anlag[e,] Abb. 13 (S. 285 und 286)[4c]).

Die solchen Schotteranlagen vorgelagerten Stein[-] bruchbetriebe liefern für die infolge Verwendu[ng] von Maschinen erzielbaren Lohnersparnisse ebenfalls e[in] gutes Beispiel: das Lösen von Fels. Bei Handbetri[eb]

[4c]) Einzelheiten über solche Aufbereitungsanlagen bringt m[ein] demnächst im Verlag Julius Springer erscheinendes Handbuch [des] Maschinenwesens beim Baubetrieb.

RZ 1219 Z 12

Abb. 12
Kabelverlegungsmaschine der Weserhütte A.G., 45 PS, Gewicht 21 000 kg, Bodendruck 0,35 kg/m².

en in Kalkstein etwa 16 h auf 1 m³ Ausbeute Abbohren aufgewendet. Nimmt man Drucklufthämmer je einem Bedienungsmann, wobei die Kompressor-ge mit den zugehörigen Leitungen hinzukommt, so der Zeitaufwand auf 1,58 h/m³, und verwendet man allbohrmaschinen, Abb. 14, mit denen Löcher 200 mm Dmr. und mehr als 12 m Tiefe mit zwei Be-ungsleuten gebohrt werden, so beträgt der Zeitauf-0,7 h/m³. Die Kosten verhalten sich dabei wie ,3 : 1.

Auch das Einbringen der Betonmassen dert ungewöhnliche Förderanlagen. Räumlich und isch wäre es wohl oft nahezu unmöglich, die Arbeiter-an der Arbeitstelle selbst einzusetzen, die zur Be-gung dieser Aufgabe bei Handbetrieb erforderlich n. So sehen wir denn bald Kabelkrane mit Trag-en bis zu 6 t und Spannweiten bis 560 m, bald Seil-en wie beim Bau des Leipziger Völkerschlachtdenk-verwendet, um die großen Betonmassen, die täglich erarbeiten sind, einzubringen.

Auf zwei ganz andern Wegen werden in Amerika e Förderfragen gelöst. Zum Teil bedient man des Wippkranes (Derrick) in einfachster Form, oder stattet ihn, wie beim Wilson-Damm mit Portalen aus, i Lasten von 16 t bei 30 m Ausladung und mehr rdert werden können. Dabei ist die Tatsache sehr rkenswert, daß die amerikanische Firma Ulen, die Bau des der Siemens-Bauunion seinerzeit preisge-ten Entwurfes der Athener Wasserversorgung aus-, für den Bau einer Staumauer sechs derartige pkrane von der Kieler Fabrik Schmidt-Tychsen be-n hat. Auch Lokomotivdrehkrane mit bis 50 t Trag-und 25 m Ausladung bei 100 bis 450 t Dienstgewicht beliebte Fördermittel bei derartigen Großbauten. Von en ungewöhnlichen Kranen macht man in Deutsch-wohl nur zum Versetzen der gewaltigen Betonblöcke neuzeitlichen Hafenbauten Gebrauch, wie die beiden der Demag gelieferten Krane für Bari[5]) und Sta. Cruz en.

Im Gegensatz zu dieser Einbringung des Betons in Ab-n steht die mehr fortlaufende Verarbeitung von beton in Rinnen, ein Verfahren, das ja auch in schland weitgehend aufgenommen worden ist. Unter zahllosen Ausführungsformen der Gießtürme, Gieß-en, Continuous-lines usw. sind besonders kennzeich-die fahrbaren Gießtürme der Internationalen Bau-hinen-A.-G., Abb. 15, und der Rohrgießmast der Tor-G. m. b. H. und der Atlaswerke, wie er bei einem lbau in Lübeck verwendet wurde, Abb. 16.

In jüngster Zeit erfreut sich das Förderband als Be-ördermittel steigender Beliebtheit, Abb. 17, wobei man dem Wasserzusatz zum Beton wieder etwas her-rgehen und diesen für plastischen Beton verwenden . Schwierigkeiten bereitet zunächst in konstruktiver icht lediglich die Veränderlichkeit der Abwurfstelle.

[5]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 29 und 1613.

Abb. 12

Abb. 14
Freifall-Bohrmaschine für 200 mm Lochdurch-messer bei 12 m Bohrtiefe und mehr für das Felslösen bei den Shannon-Bauarbeiten.

Auf einem ganz andern Wege hat die Torkret-G. m. b. H. die Aufgabe der Betonförderung gelöst. Sie benutzt die dynamische Wirkung strömender Druckluft, um Ze-ment und die Zuschlagstoffe auf Entfernungen bis zu 850 m mit Leistungen von 10 bis 40 m³/h trocken zu för-dern, während das zum Abbinden erforderliche Wasser kurz vor dem Austritt an der Verwendungsstelle zugesetzt wird. Insbesondere bei Stollenbauten in Italien ist dieses Verfahren mit Erfolg angewendet worden. Bekannt ist ja auch seine Anwendung beim Umbau des Berliner Opern-hauses[6]).

Der Stollenbau besonders stellt den Baufachmann in der Frage des Ersatzes der Handarbeit durch Maschinen-arbeit vor eine ganze Reihe zum Teil noch ungelöster Aufgaben. Zwar ist es gelungen, durch die Entwicklung der Druckluftwerkzeuge das Lösen des Gesteins vor der Brust auf eine hohe Vollkommenheit zu bringen. Es scheint sogar, daß das Mannesmannsche Brennverfahren bei geeigneten Gesteinen diese Lösarbeit noch weiter er-leichtern kann, aber die Möglichkeiten, die gelösten Ab-baustoffe zu verladen und abzubefördern, haben hiermit nicht Schritt gehalten. Zwar sind Schaufellader von der Demag und der Torkret-G. m. b. H. durchgebildet worden, aber die Abförderung durch Schüttelrinnen, die verein-zelt versucht worden ist, hat keine Lösung gebracht, so daß der gewöhnliche Wagenbetrieb noch allgemein üblich ist.

Am sinnfälligsten treten aber wohl die Bestrebungen zum Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit bei den großen Erdbewegungen in Erscheinung. Diese Bestre-bungen dürften zweifellos einen sehr starken Antrieb durch

[6]) Vergl. „Der Bauingenieur" Bd. 8 (1927) S. 739.

Abb. 13
Aufbereitungsanlage Dnjeprostroi für 1600 m³ Tagesleistung.

a Großbrecher
b Stangensiebrost
c Schüttelrinne
d zwei Kippbühnen
e Zufuhr
f Becherwerk
f₁ Roß-Sortierrost
g Rundbrecher
h Becherwerk
i Hilfsgleis
k Becherwerk
l Hosenschurre
m Siebtrommeln
n vier Sandmühlen
o vier Backenbrecher
p Fein- und Grobsand
q Fein- und Grobschotter
r Stoßschuhspeiser

die mehr und mehr zunehmende Anwendung der Elektrizität und des Rohölmotors auf den Baustellen erfahren. Sehen wir doch im Abraumbetrieb, der auf dem Wege der Mechanisierung der Arbeitsverfahren für die Bauwirtschaft vorbildlich gewesen ist, nahezu 90 vH aller Geräte mit elektrischem Antrieb ausgerüstet. Auch in Irland hat die Siemens-Bauunion bis auf die Löffelbagger und die Lokomotiven nahezu alle Baugeräte von einem besonderen Baukraftwerk aus elektrisch gespeist.

Beim Lösen und Laden fängt die Maschinenarbeit an. Ein 250 l-Eimerkettenbagger leistet etwa 100 bis 130 m³/h. Zu seiner Bedienung sind bei elektrischem Betrieb d Mann nötig. Nehmen wir die Stunden, die für Neb arbeiten am Bagger, Gleisrücken usw., aufgewendet w den, hinzu, so braucht man für Lösen und Laden 0,15 h/ Im Handbetrieb sind 1 h/m³ erforderlich, also siebenmal viel wie bei Maschinenarbeit.

So sehen wir denn auch Bagger bis zu 800 l Eim inhalt und 30 m Baggertiefe mit Leistungen von 750 m als Einfach- und Doppelschütter zum Aushub und Abt großer Bodenmassen angesetzt[7]). Allein sechs gr Eimerkettenbagger müssen beispielsweise bei den Sh nonarbeiten täglich etwa 10 bis 12 000 m³ lösen und lad teilweise in einem Boden, der mit der Kreuzhacke ka noch zu bearbeiten ist. 1200 Mann wären notwend diese Arbeit mit der Hand zu leisten, ungerechnet Beförderung und das Einbringen in die Dämme, wenn ni die Unmöglichkeit, so viel Angriffstellen für die Ar zu schaffen, den Gedanken überhaupt ausschließen wü

Durch Ausführung als Portalbagger mit schwe barem Oberwagen und mit heb- und senkbarer Leiter, daß der Bagger als Hoch- und als Tiefbagger ben werden kann, sucht man den Verwendungsbereich zu weitern und in die Arbeitsgebiete des Löffelbaggers zudringen. Die Lübecker Maschinenbau-Gesellsc setzt diese großen Bagger sogar auf Raupen, um a noch die letzten Handarbeiten, die sonst für das Gl rücken entstehen, auszuscheiden. Dabei ist die Arb Kammerersche Gleisrückmaschin schon ein Gerät, das ganz erhebli Lohnersparnisse erzielen läßt. Frü mußte eine Kolonne von 32 Mann m selig das Gleis rücken. Heute lei die Arbenz-Kammerersche Masch mit der unter gleichzeitigem Hera heben des Gleises mit den Schwe ein Bogen von etwa 15 cm Pfeilh durch die Baggerstrosse gedrückt w ein Vielfaches, wobei zwei Mann der Lokomotive, zwei Mann an Maschine und ein Schachtmeister ganze Bedienungspersonal ausmac Abb. 18 und 19. Die Gesamtkosten tragen 10 bis 20 vH des Handrück

Für Geräte mit starker Ort änderlichkeit wird der Raupenfah trieb wohl bald die einzig mögl Ausführungsform darstellen. Gleisarbeiten werden damit

Abb. 15
Fahrbarer Betongießturm von 34 m Höhe und 24 m Ausladung der Internationalen Baumaschinenfabrik A.-G., Neustadt-Haardt.

[7]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1813.
[7a]) Z. Bd. 66 (1922) S. 664.

s Bandförderer (zwei für Schotter, zwei für Sand)
t Zement
u Schotter
v Sand
w Baustoffwaage
x vier Mischer
x′ zwei Mischer
y zum Krafthaus
z zur Talsperre
a¹ Zementzubringeranlage
b¹ Bandförderer
c¹ sechs Rührwerke
d¹ Zubringerschnecke

mieden. Zwingende Notwendigkeit dürfte es lediglich sein, den Dampfantrieb durch den Antrieb mit Rohölmotor zu ersetzen, damit die durch die Raupen gewonnene Freizügigkeit nicht durch die störende Speisung mit Wasser und Kohlen wieder eingeengt wird. Zu diesen Geräten gehört der Eimerkettenbagger auf Raupen, der zum Mutterbodenabhub, als Grabenbagger, als Hoch- und Tiefbagger verwendbar ist und sich bewährt hat, Abb. 20 bis 24. Bei 70 l Eimerinhalt können drei Mann mit diesem Gerät 30 m³/h leicht lösen und laden. Ähnlich arbeitet der Humboldtsche Schaufelradbagger, wenn sich auch sein Arbeitsgebiet durch die Eigenart seiner Arbeitsweise mehr oder minder auf den Ersatz eines Teiles der Löffelbaggerarbeit bei leichtem Boden beschränkt. Das Gerät arbeitet vornehmlich vor Kopf und dürfte wohl zur Gewinnung von Ton geeignet sein, der in stark zerkleinertem Zustand für die Dichtungsschichten bei Kanalbauten gebraucht wird. In Ziegeleibetrieben, wo dieses Lösen noch vornehmlich von Hand vorgenommen wird, trifft man vereinzelt den Fräserbagger, der ähnlich wie die Schrämbagger zur Braunkohlengewinnung an der hohen Wand den Ton, jedoch mit kreisend arbeitenden Schneidstählen, löst, Abb. 25.

An das Lösen und Laden schließt sich die Beförderung zur Kippe an, die allgemein in Zügen vorgenommen wird. Die Entwicklung scheint wiederum vom Abraumbetrieb ausgehend einer stetigen Vergrößerung der Wageninhalte zuzustreben, wenn auch dem Baubetrieb infolge der außerordentlich wechselnden Boden- und Ortverhältnisse hier gewisse Grenzen gezogen sind. Es ist nicht anzunehmen, daß sich Wagen mit 16 m³ Inhalt allgemein einbürgern werden, Abb. 26 und 27. Einmal sind manche Kippen auf der Baustelle überhaupt nur mit leichten Zügen zu befahren, und dann würde der Schlag beim Kippen von etwa backendem Boden die Standfestigkeit stark gefährden. Das ist auch einer der Gründe, weshalb die Druckluft-Kippeinrichtung, durch die der ganze Zug von der Lokomotive aus entleert wird, auf Sonderfälle beschränkt bleiben dürfte. Vielleicht bringt die Teilung des einen großen Wagenkastens in zwei nacheinander kippende Hälften eine gewisse Erleichterung in diese Schwierigkeiten. Jedenfalls ist wohl mit Bestimmtheit festzustellen, daß der Gedanke, Selbstentlader im Baugewerbe einzuführen, um

Abb. 16
Rohrgießmast der Torkret-G. m. b. H. und der Atlaswerke von 375 bis 1000 l Aufzugkübelinhalt für 20 bis 50 m Höhe und 24 m Ausladung.

Abb. 17
Schwenkbares Gurtband von A. Stotz, Stuttgart, für Betonförderung beim Bau des Shannon-Werkes.

die Kipparbeit zu beschleunigen und zu verbilligen, auf dem Wege der Verwirklichung ist, wenn auch im Interesse der Wirtschaftlichkeit eine Beschränkung der Zahl der Ausführungsformen zu begrüßen wäre.

Ebenso sind bei den Bauunternehmungen mancherlei Bestrebungen festzustellen, bei den Gleisverlegungsarbeiten die Handarbeit einzuschränken. So hat die Firma Philipp Holzmann A.-G. beim Bau des Sylter Dammes[8]) ein mechanisches Vorstrecken vorher zusammengebauter Gleisrahmen angewendet, und die Siemens-Bauunion hat in Irland bei einem ersten Versuch erfreuliche Ersparnisse an Nagelarbeit bei der Verwendung eiserner Schwellen erzielt. Auch die Benutzung beweglicher Gleisbefestigungen für die Schienenstöße der Baggerstrossen, bei denen nach Lösen einer einfachen, von oben zugänglichen Art Hakenplatte die Schiene von der Schwelle abgehoben werden kann und die eigentliche durchgeschraubte Befestigung unverändert mit der Schwelle wieder neu verlegt wird, spart bedeutende bisher erforderliche Handarbeit, Abb. 28 und 29.

Am deutlichsten treten wohl die Bestrebungen in die Erscheinung, die Kippe durch Beheben rein technischer Schwierigkeiten und Mechanisierung des Betriebes leistungsfähiger zu gestalten. Die mannigfaltigsten Versuche sind zur Abstellung ihrer Mängel gemacht worden. An die Spülkippen, bei denen man nach den günstigen Erfahrungen, die mit dem Spülbetrieb bei Naßbaggerung gemacht worden waren, durch Wasserzusatz vom festen Gerüst aus den Boden herunterschlemmte, sei nur erinnert. Auch Planierpflüge und Kippenräumer, teilweise wie bei der Bauart der Mitteldeutschen Stahlwerke in Verbindung mit Gleisrückmaschinen, sind vielfach verwendet worden; sie legen nach Art von Schne pflügen das Gleis auf der Kippe frei un machen diese selbst unter Vermeidung de sonst üblichen Handarbeit für den nächste Zug sofort aufnahmefähig, Abb. 30 und 3 Während die Planierpflüge an den heraus fahrenden Zug angehängt werden, sind di Kippenräumer mit elektrischem Fahrantrie ausgerüstet.

Auch damit hat man sich noch nicht be gnügt und führt die Kippzüge möglichs überhaupt nicht mehr der stets zu Rutschun gen neigenden Kippenböschung zu, sonder verlegt den Kippvorgang nach rückwärts au bereits gesetzten oder überhaupt auf den ge wachsenen Boden, während das Schüttgu dann mechanisch nach vorn gebracht un verstürzt wird. Nach diesem Gedanken ar beiten die Absetzer, die teils als Plan schütter, teils als Damm- oder Haldenschüt ter sowie schließlich als Brücken auftreten Die Urformen dieser Bagger sind der Ab setzer in der Bauart Uihlein der Lübecke Maschinenbau-Gesellschaft, bei dem der Bo den durch Kratzer von der Vorkippe nac der Kippkante geführt wird, und der Ab setzer der Maschinenfabrik Buckau, bei den an Stelle der Kratzer Eimer eingebaut sind Die Einführung des Förderbandes hat dan diesen Bestrebungen eine neue Richtung ge geben, weil man nicht mehr an das Planu der Kippe selbst gebunden war.

Vom Wagerechtschütter, geliefert vo Krupp für die Grube Fortuna, Abb. 32, ein Bauart, die von der Maschinenfabri Buckau noch dadurch vervollkommnet wurde, daß sie i den Absetzer zur Herstellung des Absetzerplanums ein Eimerkette einbaute, Abb. 33, geht die Entwicklun über den auf der Grube Elise II im Betrieb befin lichen Haldenschütter mit 600 m³ Stundenleistung z den von Krupp, der Maschinenfabrik Buckau und de Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft gemeinsam mit de Siemens-Bauunion für die großen Dammbauten in Irla durchgebildeten Geräten[9]). Bis zu 6000 m³ am Tage we den hier in wagerechten Schichten mit einem Gerät ei gebracht und dadurch der Bau von bis 18 m hohen Däm men mit 120 m Fußbreite ermöglicht, eine Arbeit, die oh diese Absetzer technisch unmöglich gewesen wäre, da Irland bei dem dortigen Boden und den ständigen Rege güssen ein Herauffahren der schweren Kippenzüge auf d frisch geschütteten Dämme praktisch undurchführbar g wesen wäre. Der gleichmäßige Abwurf an jeder Stelle i dabei erreicht worden durch die Anordnung eines an de Ausleger aufgehängten verschiebbaren und umsteuerbar unteren Gurtbandes. Mit dem gleichen Gerät wird das son stets im Handbetrieb vorgenommene Mutterbodenandeck und die Beschotterung der Innenböschung durchgeführt.

Inzwischen sind für den Abraumbetrieb, wo es si um Schüttungen vor Kopf handelt, von der Lübecker M schinenbau-Gesellschaft, Fried. Krupp, A.-G., und d Maschinenfabrik Buckau Absetzapparate ausgeführt wo den, bei denen die Abwurfweite durch die Schwe barkeit des Auslegers um 270° geregelt werd kann, Abb. 34. Allerdings ist eine Schüttung in wa rechten Lagen hier nicht so einwandfrei möglich, da si die einzelnen Kreisbogen, in denen geschüttet wird, be

[8]) s. Z. Bd. 72 (1928) S. 42.

[9]) VDI-Nachrichten Bd. 7 (1927) Nr. 5 S. 3.

Abb. 18.

RZ 1219 Z 17 u 18

Abb. 20 bis 24
erwendungsmöglichkeiten der Raupen-Eimerkettenbagger mit Rohölantrieb, gebaut von der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft für die Arbeiten der Siemens-Bauunion in Irland.

rfahren des Gerätes mehrfach überschneiden. Gleich-tig hat man hier auch durch das Gurtband noch einen il des Antransportes erledigen lassen.

Technisch am eindrucksvollsten verwirklicht worden der Absetzergedanke wohl bei den Abraumförder-ücken, wie sie die Allgemeine Transportanlagen-Ge-lschaft in einer außergewöhnlich großen Ausführung an Grube Hansa der Neuen Senftenberger Kohlenwerke iefert hat[10]). Hier ist jedes Umladen in Züge zwischen sen und Einbringen vermieden. Fortlaufend werden aus m Tiefe mit einem Eimerketten-Tiefbagger von 700 l merinhalt und einem Hochbagger von vorerst 500 l Eimer-halt die Abraummassen gelöst, über ein mit 2 m/s Ge-windigkeit laufendes, 1400 mm breites und 130 m langes nd der Kippe zugeführt, wo die Massen auf bereits ab-bautes Gelände verstürzt werden.

Dieser Gedanke der Brückenförderung liegt in ähn-her Form Vorschlägen zugrunde, die für den Dammbau Ottmachau von verschiedenen Seiten gemacht worden d, Abb. 35 und 36.

Noch unmittelbarer als bei den Förderbrücken, wo ja Übergang von den Eimern zum Band stattfindet, ist der rdervorgang bei den amerikanischen Kabelbaggern öst, die seit einiger Zeit auch in Deutschland gebaut rden[11]). Mit einem an einem Kabelkran hängenden Schürf-bel wird der Boden mit einer Schnittgeschwindigkeit von n/s gelöst. Der Kübel fährt dann mit 8 m/s Geschwindigkeit zur Kippstelle, wo er durch Neigungsverstellung von dem Maschinenturm aus entleert wird. Sechs derartige Geräte auf Raupen mit einem Gewicht von 650 t liefert die Firma Ad. Bleichert an die Roddergrube. Sie werden mit Kübeln von 6 bis 7,5 m³ ausgerüstet bei 250 m Spannweite und leisten 200 m³/h[12]).

[10]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 341.
[11]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 427 und 1727.

[12]) Eine genaue Beschreibung dieser Anlage wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Abb. 18 und 19
Gleisrückmaschine für Baggergleise von Arbenz-Kammerer.

Abb. 25
Fräserbagger mit elektrischem Antrieb bei der Tongewinnung.

Abb. 26 und 27
Druckluft-Selbstkipper von Orenstein & Koppel mit 16 m³ Inhalt.

Grenzen der Anwendung von Maschinenarbeit

Und doch ist auch bei diesen Vorzügen der Maschine im Baubetrieb stets die Rechnung in den Vordergrund zu stellen. Es sei vorausgesetzt, daß die Berechnungsverfahren so einwandfrei sind, daß sie den Einfluß der Maschine genauestens zahlenmäßig zu erfassen gestatten. Gefühlsmäßige Überlegungen haben auszuscheiden. Soziale und technisch-wirtschaftliche Gesichtspunkte verlangen, daß die Arbeit, die billiger mit der Hand als durch die Maschine geleistet werden kann, auch dem Handarbeiter vorbehalten bleibt. Es muß davor gewarnt werden, sich unter dem Einfluß einer gewissen Amerikapsychose den nüchternen Blick trüben zu lassen. Schon heute finden wir auf Baustellen mitunter Geräte, für die der Nachweis ihres wirtschaftlichen Wertes schwerlich erbracht werden könnte. Man vergißt eben vielfach ganz, daß die amerikanischen Löhne um ein vielfaches höher sind als die deutschen.

Gerade im Ausland hat man wiederholt Gelegenheit, dieser Frage nachzugehen. So ist es durchaus richtig, wenn in Spanien, wo der Stundenlohn etwa 22 Pfg. beträgt, bei Talsperrenbauten vielfach der Schotter mit der Hand anstatt mit Steinbrechern zerkleinert wird. Auch in Rußland kann man bei Bahnbauten die Seitenentnahme von Hand und den Kippbetrieb mit kleinen, ½ m³ fassenden Pferdefuhrwerken ausführen sehen. Da diese Arbeiten zu außerordentlich niedrigen Akkordsätzen in 15stündiger und längerer Arbeitzeit für den Einzelnen ausgeführt werden, ist jeder Versuch, die Maschinenarbeit mit der Handarbeit in Wettbewerb treten zu lassen, aussichtslos. Dabei bleibt noch die ausgezeichnete Beweglichkeit dieses Verfahrens, die Möglichkeit, sofort anfangen zu können, und der Vorzug, die notwendigen Betriebstoffe jederzeit im Lande zu haben, außer acht.

Zwei ähnliche Beispiele zeigt die Baustelle Minieh der Siemens-Bauunion in Ägypten. Bodenaushub und Abfuhr sowie die Betonierung für die Gründungen eines Krafthauses wurden im Handbetrieb erledigt. Als Gefäße dienten Bastkörbe, eine einfache Bretterrampe ersetzte den Schrägaufzug. Jede Maschine hätte bei der weiten Entfernung vom Mutterlande und den dadurch bedingten Koste[n] des Geräteeinsatzes auf der einen und den niedrigen Löhne[n] auf der andern Seite unwirtschaftlich sein müssen.

Gerade dieser letzte Gesichtspunkt der Vorbelastun[g] der Maschinenarbeit durch hohe Aufbau-, Abbau- und Be[...]

Abb. 28 und 29
Baggergleisbefestigung von Viebig & Koschmieder, Berlin, für Schienen S. 49.

Abb. 30 und 31
Kippenräumer für elektrischen Antrieb der Lauchhammer-Rheinmetall-A.-G.

Abb. 33
Arbeitschema des Absetzers der Maschinenfabrik Buckau, A.-G., Magdeburg.

-ungskosten wird oft vergessen. Es ist auch nicht in le zu stellen, daß die teilweise recht geringe Ausng der Maschinen bei dem hohen Kapitalbedarf für Anschaffung, insbesondere wenn die Gelegenheit zur erverwendung nach Abwicklung eines Baues fraglich eint, zu sehr eingehenden Überlegungen über das Für Vider der Anwendung zwingen sollte. Ein gewisses nis liegt auch in den organischen Eigenschaften der hine begründet. Man kann die Leistungsfähigkeit Gerätes zum Zwecke erhöhter Wirtschaftlichkeit nicht ig steigern, wie etwa bei ortfesten Betrieben, weil man auf leichten Zusammenbau und Beweglichkeit entsprechend der Ortveränderlichkeit des Baubetriebes Rücksicht nehmen muß. Auch der Wunsch nach allgemeiner Verwendbarkeit läuft dem Gedanken der wirtschaftlichen Ausnutzung zuwider. Anforderungen aber, wie der rauhe Betrieb, die hohe Überlastbarkeit und die Behandlung durch mangelhaft ausgebildetes Personal, wirken sich in der gleichen Weise aus.

Abb. 32
Wagerechtschütter für 450 bis 500 m³/h Leistung mit Gurtförderer von 37 m Ausladung, gebaut von Fried. Krupp, A.-G., Essen.

Abb. 34
Schwenkabsetzer für Hoch- und Tiefschüttung mit heb- und senkbarem Band für 450 m³/h bei 45 m Ausladung, erbaut von Fried. Krupp, A.-G., Essen.

Abb. 36 (unten). Queransicht.

Abb. 35 und 36
Entwurf eines Brückendammschütters für den Dammbau Ottmachau; 600 m³/h, 20 m Abwurfhöhe, 127 m Spannweit

Eines aber darf festgestellt werden. Von allen Mitteln und Wegen zur Erhöhung des Wirkungsgrades ist die Mechanisierung der Herstellverfahren, also der Ersatz der Handarbeit durch die Maschinenarbeit dort, wo sie w schaftlich gerechtfertigt ist, das Mittel, das am rasche und sichtbarsten zur Verbilligung der Bauten führen ka [B 1219

Das Ausbesserwesen bei der Deutschen Reichsbahn

Bis 1924 waren die Reichsbahn-Ausbesserungswerke den einzelnen Reichsbahndirektionen unterstellt, in deren Bezirk sie lagen. Sodann erwiesen sich aber die aus verwaltungstechnischen Gründen gezogenen Grenzen dieser Bezirke als unzweckmäßig. Eine einheitliche Leitung der Fahrzeugunterhaltung, die vor den Verwaltungsgrenzen nicht mehr Halt machte, erforderte auch eine einheitliche Leitung der zugehörigen Werkstätten. So wurden zum Zwecke der einheitlichen Arbeitsweise und wirtschaftlichen Betriebführung der Werkstätten mehrere Reichsbahndirektionsbezirke zu einem Werkstättenbezirk zusammengefaßt. Eine der Direktionen dieses Bezirkes, die geschäftsführende Reichsbahndirektion für das Werkstättenwesen, erhielt die Leitung.

In Deutschland gibt es jetzt, Bayern eingeschlossen, sieben derartige Direktionen, denen außer der Überwachung der Arbeitsleistungen auch der Arbeitsausgleich zwischen den einzelnen Werkstätten, die Rohstoffversorgung, die Durchführung der Normung, die weitere Ausgestaltung der Werkstätten usw. unterliegen. Die Leitung des gesamten Werkstättenwesens liegt bei der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

Die schwierigste Arbeit bietet zweifellos vorläufig die Durchforschung der einzelnen Betriebe, die Verbesserung der Betriebsführung und die Beseitigung der Verlustquellen. Die Einführung der neueren Arbeitsverfahren, insbesondere der Fließfertigung, in Ausbesserbetrieben, brachte hier ganz neue Aufgaben, die eine Fabrik für Neuanfertigung nicht kennt.

Sehr bedeutend sind, wie Dr. Spiro, Direktor bei Deutschen Reichsbahn, Altona, im nächsten Hefte di Zeitschrift näher erläutern wird, die wirtschaftlichen V teile, die bereits durch derartige Organisationen sowie d Zusammenlegen einzelner Betriebe, Schließung unzw mäßig eingerichteter Werkstätten oder Zuweisung Sonderaufgaben an dafür am meisten geeig Werkstätten erzielt worden sind. Das Reichsbahnaus serungswerk Leinhausen bei Hannover z. B. hat 971 Lokomotiven von nur drei Gattungen gegenüber fr 886 Lokomotiven von 25 Gattungen zu betreuen. 1410 Arbeiter werden jetzt hier für das Ausbessern Lokomotiven beschäftigt gegenüber vorher 1720.

Allein im Betriebe der geschäftsführenden Direk für das Werkstättenwesen 1, Altona, wo 3500 Lokomot 10 300 Personenwagen, 1620 Drehgestellwagen und 7 Güterwagen zu untersuchen und auszubessern sind, kon in sieben Jahren 39 Fahrzeug-Ausbesserstellen, 10 gießereien und 9 Holzbearbeitungs-Werkstätten geschlo werden. Anderseits ging die Anzahl der Arbeiter und amten hier von 17 605 (Anfang 1925) auf 12 902 (1927) zurück.

So hat sich die Deutsche Reichsbahn in allen W stätten ihres großen Bezirkes bemüht, alle Fortschritte in Deutschland nach dem Krieg bekannt wurden, anzu den. Bezeichnend hierbei ist, daß diese großen Erfolg zielt werden konnten, obwohl sich bis auf ein einziges V (Brandenburg-West) alle Werkstätten mit alten, oder weniger unzweckmäßig angelegten Gebäuden begn mußten. [N 12

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

d. 72 SONNABEND, 3. MÄRZ 1928 Nr. 9

Rationalisierung im Werkstättenwesen der Deutschen Reichsbahn

Von Dr.-Ing. Ernst Spiro, Altona, Direktor bei der Reichsbahn

Vorgetragen im Hamburger Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure.

Geschichtliche Entwicklung des Ausbesserwesens — Organisation der Reichsbahn-Ausbesserungswerke — Geschäftsführende Reichsbahndirektionen für das Werkstättenwesen — Umfang — Aufgaben — Rationalisierung der ganzen Bezirke, der einzelnen Werke — Fließende Fertigung in den Richthallen und in den Einzelbetrieben — Beispiel: Bezirk der geschäftsführenden Direktion I, Altona — Bisherige Erfolge.

Die Grundlagen der Rationalisierung

Die Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft werden in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken (früher Eisenbahn-Hauptwerkstätten) iterhalten und ausgebessert. Für diese Arbeiten sind erster Linie die Sicherheitsvorschriften der Eisenbahnu- und Betriebsordnung für die Haupt- und Nebeneisenhnen Deutschlands maßgebend. Die laufende Unterltung und kleinere Betriebsausbesserungen führt man den Betriebswerkstätten aus, die den Lokomotiv- und agenschuppen der Bahnhöfe angegliedert sind.

1920 waren 106 Ausbesserungswerke vorhanden mit 6000 Beamten und Arbeitern (einschließlich der nach r Demobilmachung aufgenommenen). Die Werke waren s 1924 jeweils den Reichsbahndirektionen unterstellt, deren Bezirk sie liegen. Die — vielfach ungünstige — ge der älteren Werkstätten hängt mit der Entstehung r einzelnen, selbständigen Bahnen zusammen. Diese hnen dienten zunächst oft nur den Verkehrsbedürfssen kleinerer Bezirke. Gewöhnlich wurde in ihrem hwerpunkt eine Anlage zum Ausbessern der Lokotiven, Personen- und Güterwagen sowie der Oberbauile (Weichen) errichtet. Erst nach Verstaatlichung der hnen in Preußen wurde die Anlage neuer Werkstätten n Verkehrsschwerpunkten angepaßt. Seit 1900 bevorigt man den Bau getrennter Werkstätten für Lokomoven, Personen- oder Güterwagen.

Die innere Organisation der Werkstätten hat n Laufe der Zeit und besonders nach der Verstaatchung verschiedene Entwicklungsstufen durchgemacht. herrschte bis 1920 in den preußischen Hauptwerkstätten s Ämtersystem, das für die übrigen den Eisenbahnrektionen unterstellten Verwaltungsbezirke (Betriebs-, aschinen- und Verkehrsämter) noch heute besteht. Die erwaltung der Hauptwerkstätten, die zwischen 400 und 00 Arbeiter beschäftigten, lag in den Händen eines oder eichgeordneter Amtvorstände, denen je ein Betriebsgenieur als Vertreter, sowie mehrere Werkmeister und erkführer nachgeordnet waren (viergliedriger Aufu). In dem Maße, wie die Hauptwerkstätten mit wachndem Verkehr aus Kleinbetrieben herauswuchsen, eries sich die Organisation als unzulänglich. Man enthloß sich deshalb unmittelbar nach dem Kriege zu der hon lange geplanten Umstellung.

Jede Hauptwerkstätte, nunmehr Reichsbahnusbesserungswerk (R.-A.-W.) genannt, wurde nem für die einheitliche technische und wirtschaftliche itung verantwortlichen Werkdirektor unterstellt; die erke selbst wurden in mehrere Abteilungen unter je nem Abteilungsleiter gegliedert. Die Betriebsabteilunn bestehen aus mehreren Meistereien von 30 bis 60 ann (dreigliedriger Aufbau). Neben den Betriebsabteingen, deren Zahl sich nach der Größe und den Aufben der Werke richtet, erhält jedes Werk eine Verwalngsabteilung, eine allgemeine technische Abteilung so-

Abb. 1
Organisation des Reichsbahn-Ausbesserungswerkes Sebaldsbrück.

*) Dreherei, Schmiede, Werkzeugmacherei.

wie eine Werkstoff- und Geräteabteilung. In den mittleren und kleineren Werken werden je nach dem Arbeitsumfang mehrere Abteilungen einem Abteilungsleiter unterstellt, Abb. 1.

Bei einigen Werken sind besondere Versuchsabteilungen eingerichtet, wo die zur Hebung der Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit der Fahrzeuge nötigen Versuche durchgeführt werden. Zur Zeit bestehen je eine Versuchsabteilung für Lokomotiven, Wagen und Bremsen in Berliner Werken, für Werkstatteinrichtungen im R.-A.-W. Brandenburg-West, für Lagermetalle im R.-A.-W. Göttingen sowie eine schweißtechnische Versuchsabteilung im R.-A.-W. Wittenberge.

Kleinere Werkstätten (Nebenwerkstätten) wurden, auch wenn sie örtlich getrennt sind, benachbarten Ausbesserungswerken als Betriebsabteilungen angegliedert. Nur die Nebenwerkstätten Ohlsdorf/Hamburg und Roßberg, O.-S., die Sonderaufgaben haben, bestehen als solche unter Leitung der örtlichen Direktionen weiter.

Schon vor dem Kriege hatten Rationalisierungsversuche bei der Unterhaltung der Fahrzeuge durch Zusammenfassen gleicher Bauarten eingesetzt. Anlaß hierzu gaben die wachsende Größe und die Vielteiligkeit der Fahrzeuge. Die leichten und einfachen Naßdampflokomotiven wurden ersetzt durch schwere mit Vorwärmern und andern Verbesserungen ausgestattete Heißdampflokomotiven, die Zahl der schweren vierachsigen Personenwagen mit neuzeitlichen, verwickelteren Heizungs-, Beleuchtungs- und Bremseinrichtungen nahm zu, ebenso die Zahl der Güterwagen höherer Tragfähigkeit. Ihre Ausstattung mit der durchgehenden Druckluftbremse stand bevor.

Man durchbrach zunächst den Grundsatz, nach dem jeder Hauptwerkstatt die Lokomotiven und Personenwagen des Bezirks, zu dem sie möglichst günstig lag, zugewiesen wurden und übertrug einer Werkstatt eine möglichst große Zahl von Fahrzeugen

G. D.	Örtliche Reichsbahn-Direktionen
1. Altona	Altona Hannover Münster Oldenburg Schwerin
2. Berlin	Berlin Osten Stettin
3. Breslau	Breslau Oppeln
4. Dresden	Dresden Erfurt Halle Magdeburg
5. Z. M. A. München	Augsburg Ludwigshafen München Nürnberg Regensburg Würzburg
6. Kassel	Kassel Frankfurt Mainz
7. Köln	Köln Elberfeld Essen Trier
8. Karlsruhe	Karlsruhe
9. Stuttgart	Stuttgart
10. Königsberg	Königsberg

Abb. 2. Gliederung der geschäftsführenden Reichsbahndirektionen für das Werkstättenwesen. — Lage und Ort der Reichsbahn-Ausbesserungswerke.

gleicher Gattung, ohne Rücksicht auf die Direktionsgrenzen und unter Verlängerung der Zuführwege bis an die wirtschaftliche Grenze. So wurde die Arbeitsteilung erleichtert und die Ausbesserung beschleunigt und verbilligt.

Der Krieg stellte die Werkstätten vor dringendere Aufgaben. Erst nach dem Kriege konnte die Rationalisierung planmäßig fortgesetzt werden. Bei diesem Bestreben erwiesen sich aber die Grenzen der Verwaltungs- (Direktions-) Bezirke, denen die Werkstätten zugeteilt waren, als hinderlich. Eine einheitliche Leitung der Fahrzeugunterhaltung, die vor den Verwaltungsgrenzen nicht mehr Halt machen sollte, erforderte auch eine einheitliche Leitung der zugehörigen Werkstätten. So wurden zum Zwecke der einheitlichen Arbeitsweise und wirtschaftlichen Betriebsführung die Werkstätten mehrerer Reichsbahndirektionsbezirke zu einem Werkstättenbezirk zusammengefaßt. Die Leitung wurde einer der Direktionen dieses Bezirks übertragen, der geschäftsführenden Reichsbahndirektion für das Werkstättenwesen, Abb. 2 und 3[1]).

Hand in Hand hiermit wurde die Werkstoffbeschaffung und -verwaltung umgestaltet. Sie lag bei den preußischen Bahnen schon seit 1895 bestimmten Gruppen-Direktionen ob, die alle diejenigen Werkstoffe einkauften, die in größeren Mengen gebraucht wurden, mit Ausnahme der Waren, deren Preise börsenmäßig oder durch Syndikate festgelegt werden, und die das 1907 errichtete Eisenbahn-Zentralamt für die preußisch-hessischen Bahnen einkauft. Die Aufgaben dieser Gruppendirektionen gingen auf die geschäftsführenden Direktionen für das Werkstättenwesen über. Ihre Einkaufs- u Stoffverwaltungsbefugnisse sind zur Zeit zum Teil de Reichsbahn-Zentralamt übertragen.

In diese geschäftsführenden Direktionen konnte d Bezirk Königsberg wegen seiner Lage nicht einbezog werden; ferner bilden Stuttgart und Karlsruhe selbständi Bezirke.

Die ehemals preußisch-hessischen Bahnen, ferner d Bahnen in Sachsen, Oldenburg und Mecklenburg wurd zu sechs wirtschaftlich zusammengehörenden Bezirken z sammengefaßt, zu denen Bayern (mit der Pfalz) a siebenter Bezirk hinzutritt. Die Zahl der Beamten u Arbeiter dieser sieben Bezirke schwankt zwischen 90 und 16 000 (1927). Die Zahl der zu unterhaltenden Fa zeuge gleicher Bauart ist hierbei überall so gr daß die Vorteile einer Sonderung auf einzel Ausbesserungswerke ausgenutzt werden könn

Abb. 3
Organisation des Werkstättenwesens bis 1920.
G.-D. = Generaldirektion, Hw. = Hauptwerkstätte.

[1]) Vergl. Kühne, „Verkehrstechnik" Bd. 7 (1926) S. 729 und Bd. 8 (1927) S. 229.

n auch jeder Bezirk in der Lage ist, alle Arbeiten in eigenen Werken ausführen zu lassen, so bilden doch Bezirksgrenzen kein Hindernis, einzelne Fahrzeuge kleine Gruppen den Ausbesserungswerken benachbar- Bezirke zuzuweisen, wenn dies wirtschaftlicher ist als Unterhaltung im eigenen Bezirk. Z. B. unterhält das Bezirk Altona gehörende R.-A.-W. Sebaldsbrück/Bre- neben der großen Zahl schwerer Schnellzuglokomo- der Gattung S 10 des Bezirks Altona auch die kleine ppe von S 10-Lokomotiven des Bezirks Essen, die ein- S 10-Lokomotiven des Bezirks der geschäftsführen- Direktion Köln.

Für die Größe der Bezirke war maßgebend die Siche- einer einheitlichen und übersichtlichen Geschäfts- ing sowie die Notwendigkeit, gute Fühlung mit den ebführenden Direktionen, den Besitzern der Fahrzeuge nden), zu unterhalten.

Die geschäftsführenden Direktionen haben die Ver- ortung für eine wirtschaftliche Fahrzeugunterhaltung für die pünktliche Erledigung aller berechtigten For- ngen der Betriebsverwaltung. Sie haben die Ausbesse- swerke im allgemeinen und im Vergleich zu andern rken zu überwachen und nach einheitlichen Grund- n zu leiten sowie den Zusammenhang der Werk- enverwaltung mit der Betriebsverwaltung sicherzu- n. Zu ihren Aufgaben gehört demnach: die Ermitt- und Verteilung des Auftragbestandes, der Arbeits- leich zwischen den Werken, die Kontrolle und der leich der Leistungen, die Überwachung der wirtschaft- n Betriebsführung und die Versorgung mit Material. er liegt ihnen die Durchführung der Normungsarbei- ob, die Überwachung der Bewährung von Fahrzeug- ngen und ihrer Einzelteile auf Grund der Werkstätten- rungen, schließlich die weitere Ausgestaltung der kstätten. Sie haben auch dafür zu sorgen, daß die An- rungen der Reichsbahndirektionen auf bevorzugte esserung bestimmter Lokomotiv- und Wagengattungen rechend den Verkehrsbedürfnissen erfüllt und daß etriebswerkstätten mit Werkstoffen und Ersatzstücken zeitig beliefert werden.

Hier darf eingeschaltet werden, daß zu jeder bei den äftsführenden Direktionen eingerichteten Werk- tenabteilung auch ein Wärmewirt- aftsdezernent gehört, der in allen Angelegen- n der Wärme- und Energiewirtschaft anregend, be- d und begutachtend mitzuwirken hat. Sein Arbeits- t erstreckt sich über das der Werkstättenabteilung aus auch auf die gleiche Mitarbeit bei den örtlichen ktionen.

Die Leitung der gesamten Werkstätten- tschaft ist in der Hauptverwaltung der schen Reichsbahn-Gesellschaft in einer Unter- eilung für das Werkstättenwesen zusam- refaßt. Damit ist die Hauptverwaltung an die Stelle ieben Werkstattleitungen in den Ministerien der ehe- len Länderbahnen getreten, Abb. 4.

Die geschäftsführenden Reichsbahndirektionen konn- nunmehr ihre Ausbesserungswerke unbehindert von den örtlichen Wünschen je nach ihrer Eignung zur sserung der drei Fahrzeuggruppen unter Beachtung Belange des Verkehrs und Betriebes auswählen und rhten. Ungeeignete oder besonders ungünstig gelegene

Abb. 4
Organisation des Werkstättenwesens. Jetziger Zustand.

Abb. 5
Normalarbeit-Schaulinie. Untersuchungswagen mit 60 Gedingestunden. Arbeitstakt 42 min.

Anlagen wurden geschlossen. Die Interessen der deutschen Volkswirtschaft müssen hierbei gewahrt werden (§ 2 des Reichsbahngesetzes vom 30. August 1924). Gerade diese Rücksicht war bei vielen Entscheidungen von wesentlichem Einfluß.

Vor allem aber entschloß man sich, grundsätzlich Ausbesserungen gleicher Art möglichst in je einem Werke zusammenzufassen, in dem alsdann fließende Fertigung eingerichtet und alle Vorteile angemessener Zusammenlegung der Arbeit ausgenutzt werden konnten. Die gemischten Werke, also Werke mit kleinen Lokomotiv-, Personen- und Güterwagen-Ausbesserungsstellen, wurden in Sonderwerke für eine dieser Fahrzeuggattungen von wirtschaftlich vertretbarer Größe umgestellt. Ohne nennenswerte Kosten konnten auf diesem Wege Lokomotivwerke mit gänzlich unzureichenden maschinellen Anlagen in Wagenwerke umgestaltet werden, für die einfachere Hilfsmittel und auch kranlose Hallen genügen. Freigewordene Hallen wurden zu übersichtlichen Magazinen mit vorzüglichen Gleisanschlüssen umgewandelt, die an die Stapelplätze selbst führen. Die Elektrokarren können das Material von hier aus unmittelbar an die Montagestellen fahren. Auch zur Ausdehnung und übersichtlichen Anordnung der Werkstätten für die Bearbeitung der Räder und Achsen, der Treib- und Kuppelstangen usw. boten die freiwerdenden Räume willkommene Gelegenheit. Wenig ausgenutzte wertvolle Werkzeugmaschinen wurden frei und werden nun in den Großbetrieben ausgenutzt.

Hand in Hand hiermit ging die Zusammenfassung der in sich abgeschlossenen Nebenbetriebe. So wurde nach der Verringerung der Zahl der Lokomotivwerkstätten auch die Zahl der Kesselschmieden eingeschränkt. Während jedes Werk früher eine eigene Rotgießerei und Holzbearbeitung hatte, hat heute jeder Bezirk nur einen oder zwei

Betriebe dieser Art. Ihrer Ausstattung und Arbeitsweise kann größte Aufmerksamkeit gewidmet werden[2]).

Im allgemeinen waren für die Auswahl der Güterwagen-Werkstätten die Rücksichten auf den Verkehr ausschlaggebend. Der Lauf der leeren offenen Wagen wird hauptsächlich durch den starken Bedarf in den großen Kohlenbezirken bestimmt. Für den Ablauf dieser Wagen bestehen drei große Gebiete: das Ruhrgebiet, Schlesien und das mitteldeutsche Kohlen- und Industriegebiet. Die Wagen sollen diesen Verwendungsbezirken in gutem Zustande zulaufen. Schadhafte Wagen sollten auf den Wegen in diese Bezirke, möglichst ohne wesentliche Ablenkungen oder Gegenläufe, ausgebessert werden. Die Personenwagen dagegen sind nach örtlichen Bedürfnissen verteilt; sie können in zentral gelegenen Anlagen unterhalten werden. Nur für die großen Drehgestellwagen ist die Zusammenfassung wirtschaftlich. Für die Lokomotiven ist die Eignung der Werkstatt selbst ausschlaggebend. Nur gut eingerichtete Anlagen können den
forderungen an wirtschaftliche Ausbesserung der L
motiven genügen.

Die wirtschaftliche Zuführungsgre
gerade für Lokomotiven hängt nicht nur von den En
nungen zwischen Heimatsbahnhöfen und R. A. W., sond
auch von der Häufigkeit der Zuführung ab. Je besser
Ausbesserung, desto seltener die Zuführung, desto geri
die Zuführungskosten.

Dieser Rationalisierung des Werkstättenwesens
großen Stile — dieser Fusionierung von Unternehmung
folgte die Durchforschung der Betriebe sel
Es galt die Betriebsführung zu verbessern und die Ver
quellen zu finden und zu beseitigen. Hier liegt
schwierigste Gebiet des Ausbesserwesens. Die Arbeit
Ausbesserns gestattet nur in ganz beschränktem M
Gleichheit des einzelnen Arbeitsganges. Während bei
Neufertigung für jedes Arbeitstück vom Rohstoff bis
Fertigstellung ein bestimmter sich immer wiederhole
Arbeitsgang festgelegt wird, ist die dauernde Wieder
der gleichen Arb
weise bei der Ausb
rung nicht möglich.
Arbeitsumfang ist
Verschleiß des Stü
abhängig. Erst die
schwierige Festle
bestimmter Versch
grenzen kann das
dern. Genauem Ar
studium und sorg
ger Arbeitsvor
tung ist es aber g
gen, ein dem Wese
Ausbesserarbeit
paßtes, neuzeit
Arbeitsverfahren
schaffen. Es beruh
weitgehender Zerle
der Arbeit und ge
Ermittlung der für
Arbeit erforderl
Zeit (Zeitaufnah
Hierbei sind die A
ten genau festg
die von demselbe
beiter oder dens
Arbeitergruppen
dem mit stets gle
Aufenthalt vorbe
dernden Werk
auszuführen sind.
so sorgfältig sin
Arbeitstellen für
Arbeiten bestimmt
wird ein Arbe
takt erreicht, de
Takt der fließ
Arbeit bei der N
fertigung annä
gleicht. Ein den
beitsumfang an
sender Wechsel de
beiterzahl ist h
nicht zu umgehen
aber Ausnahme bl
Die große Gefah
ser fließenden
gung bei der Aus
rung liegt darin, d
viel oder zu weni
gebessert wird, u
Arbeitstakt äuß
zu wahren. Der
ter ist geneigt,
auszubessern, wen

Arbeitsart und Arbeitsgänge	Anzahl d. Arb. Grupp.	Anzahl d. Arb. Gesaml.	I–X = Arbeitsstände
M. Wagenkasten im Innern ausbessern, Kopf- und Langträger streichen, Anschriften erneuern.	3	3,5	X: 3 M. 0,5 S.
S. Dampfheizleitung isolieren.	0,5		
Sch. Druckluftbremse prüfen und Abnahme durch Bremsmeister, Türschlösser und Drücker anbringen, Schließbleche wiederherstellen, Fenster, Fensteraufzüge, Plüschleisten und Druckrahmen wiederherstellen.	4,5	8,5	IX: 4,5 Sch. 1 S. 3 M.
S. Dachdecke herstellen, Deckenanstrich erneuern.	1		
M. Wagenkasten von außen mit Öl abreiben und Anstrich ausbessern, Fenster putzen.	3		
Sch. Dampfheizeinrichtung wiederherstellen, Beleuchtungseinrichtung einschließlich Laternen wiederherstellen, Tritthalter, Achsgabelstege und Laufbretter anbringen, Bremszugstangenverbindung befestigen.	4,5	10,5	VIII: 4,5 Sch. 5 T. 1 S.
T. Außentüren wiederherstellen, Druckrahmen, Bankleisten, Abortdeckel und Brustleisten anbringen, Laufbretter, Fußboden und Bremshaus wiederherstellen.	5		
S. Türen dichten, Fensterriemen, Lichtschützer, Karten und Schilder auswechseln.	1		
Sch. Wagen heben und einlassen, Untersuchung, Untergestell nachmessen, Radsätze und Tragfedern auswechseln, Bremsgestänge instandsetzen, Gasbehälter abnehmen und anbringen, Gasleitung und Füllventile wiederherstellen, Steuerventile, Auslöseventile u. Bremskolben auswechseln, Luftabsperrhähne u. Schläuche anbringen, Bremszylinder prüfen.	7	7	VII: 7 Sch.
Sch. Luftabsperrhähne u. Schläuche abnehmen, Luftleitung reinigen, Zug- u. Stoßvorrichtung wiederherstellen, Laufbretter, Tritthalter, Achsgabelstege abnehmen, Tragfederbolzen entsplinten, Wagenkasten u. Konsolen befestigen, Luftsauger u. Luftklappen wiederherstell., Abortklappen, Abortdeckel, Türverriegelungen, Gepäcknetze u. Reinigungsklappen in Ordnung bringen, Türpuffer, Plattformgeländer, Beschilderung des Wagens, Bekleidungsbleche, Deckleisten und Eckwinkel wiederherstellen.	8,5	10	VI: 8,5 Sch. 1,5 K.
K. Fenstereinsätze, Abflußrohre, Abfallrohre wiederherstellen, Dunstrohre abnehmen.	1,5		
Sch. Schlösser und Drücker abnehmen.	0,5	1,5	V: 0,5 Sch. 1 T.
T. Tür und Wandbretter erneuern, Innentüren wiederherstellen.	1		
Sch. Lufthauben und Gelenkbänder wiederherstellen.	0,5	1,5	IV: 0,5 Sch. 1 T.
T. Druckrahmen, Bankleisten, Abortdeckel und Brustleisten abnehmen	1		
Trockenstand, zugleicher Zeit Arbeitsaufnahme u. Kalkulation.			
W. Innenflächen der Wagen waschen.	1	1	II: 1 W.
W. Außenflächen der Wagen waschen.	1	1	I: 1 W.
Zusammen:		44,5	

Arbeitszeit: 127,5 255 382,5 510 637,5 892,5 1147,5 1402,5 1657,5 1912,5 min

Der Vorschub der Wagen erfolgt in Zeitabständen von je 2⅛ h. — Der Vorschub der Wagen erfolgt in Zeitabständen von je 4¼ h.

Zeichenerklärung:
K. = Klempner, Sch. = Schlosser, T. = Tischler,
M. = Maler, S. = Sattler, W. = Werkhelfer.

Etwaiger Arbeitsausgleich durch Mitwandern der Arbeiter — 1 Arbeiter — 1 Stunde

RZ 1179 Z 6

Schema.

Wagen Ausgang — Ausbesserungsgleis — X IX VIII VII VI — Ausbesserungsgleis — Wagen Ausgang

I II III IV V — Wagen Eingang — Vorbereitungsgleis

Die Standdauer im Vorbereitungsgleis ist halb so groß wie in den Ausbesserungsgleisen.

Abb. 6
Arbeitschaulinie für die Fließarbeit bei der Personenwagenausbesserung in Lingen: Wagen mit Untersuchung und mittleren Schäden.

[2]) Vergl. Bardtke, Z. Bd. 71 (1927) S. 1117.

[3]) Canaris, „Mas
bau" Bd. 7 (1928) S. 1.

Abb. 7
rzeugverteilung auf die Reichs-
bahn-Ausbesserungswerke des
Werkstättenbezirks 1, Altona.

Die Zahlen an den Strecken sind die Entfernungen in km
R.A.W. = Reichsbahn-Ausbesserungswerk
W.A. = Werkstättenamt

viel, weniger, wenn ihm zu wenig Zeit bleibt. Gute sicht und sorgfältige Nachprüfung müssen hier helfen[4]).

Für jede in einem derartigen Arbeitsgang auszu-rende Arbeit ist eine Arbeitschaulinie aufzustellen, die Normalschaulinie zu gelten hat, von der aber je nach Umfang der Arbeit abgewichen werden muß. Die aulinien müssen auch Gewähr dafür geben, daß die eiter sich nicht gegenseitig behindern. Ferner muß gesehen werden, daß Arbeiter in bestimmten Fällen mit Werkstück (Fahrzeug) kurze Strecken mitgehen, da-sie ihre Ausbesserungen vollenden können, und dann hrem Arbeitsplatz zurückkehren, Abb. 5 und 6.

Der möglichst gleichmäßige und gleichartige Arbeits-all für diese fließende Fertigung ist in erster Reihe bei Güterwagen und Personenwagen gegeben. den Lokomotivwerkstätten ergeben sich grö-Schwierigkeiten. Jedoch bietet hier die senwiederherstellung der vielen Einzelteile Möglichkeit einer fließenden Fertigung in Zubringerwerkstätten.

So sieht man heute in den Wagenwerk-en die Fahrzeuge in geschlos-er Reihe von einem Stand zum dern wandern. Auf jedem Arbeits-z erwartet sie eine Arbeitskolonne, der Werkzeuge, Ersatzteile und sonstigen -mittel bequem zur Hand sind. Die abge-en Einzelteile wandern zur Wiederherstel-in die Sonderwerkstätten und dann — falls end — in die Austauschlager.

Die durch die frühere Arbeitsform bedingte art der Werke bietet bei dieser Arbeits-e gewisse Schwierigkeiten, die oft lästig, esfalls aber hindernd sind und kostspie-Umbauten nicht rechtfertigen würden.

[4]) Vergl. Levy, „Verkehrstechnik" Bl. 8 (1927) S. 55.

Beispiel für die praktische Wirkung der Rationalisierungs-bestrebungen

Im folgenden soll gezeigt werden, wie sich die praktische Durchführung dieser Rationalisierungsbestrebungen im Bezirk der geschäftsführenden Direktion für das Werkstättenwesen 1, Altona, bisher ausgewirkt hat.

Der Bezirk umfaßt die Werke der Reichsbahndirektionen Altona, Hannover, Münster, Oldenburg und Schwerin, Abb. 7. Es sind zu unterhalten:

3500 Lokomotiven, 10 300 Personenwagen, davon 1620 Drehgestell-Personenwagen. Im Jahre 1927 wurden 72 000 Güterwagen bahnamtlich untersucht und ausgebessert.

Nach dem Kriege (1920) hatte fast jede der 14 Werkstätten dieser 5 Bezirke alle Fahrzeugarten auszubessern.

Werk	April 1920		Januar 1927	
Glückstadt	Ln Lh P G	R La H	Lh	
Harburg	Ln Lh K P G	R La H	G	W
Neumünster	Ln Lh K D P G	R La H W	D P	La
Wittenberge	Ln Lh K D P G	R La H W	P G	H
Leinhausen	Ln Lh K D P G	R La H W	Ln Lh K P G	H W
Minden (Minden am 1. X. 1924 geschl.)	Ln G	La H		
Sebaldsbr.	Ln Lh K D P G	R La H	Lh K G	R
Stendal	Ln Lh K P G	R La H	Ln Lh K	
Lingen	Ln Lh K D P G	R La H	Ln K P	
Osnabrück	Ln Lh K D P G	R La H	G	
Oldenburg	Ln Lh K D P G	R La H	G	
Malchin	Ln P G	La H	P G	
Schwerin (Schwerin am 10. II. 1924 geschl.)	Ln Lh K D P G	La H		
Rostock	Ln Lh K D P G	R La H	Ln Lh	

Ln Naßdampflok. — Lh Heißdampflok. — K Kesselschmiede — D 4-u.6 achs. Pers.-Wagen — P 2-u.3 achs. Pers.-Wagen
R Rotgießerei — G Güterwagen — La Lagerausgieß. f. Wagen — H Holzbearbeitungswerkstatt — W Weichenwerkstatt

RZ 1199 28

Abb. 8. Arbeitsgebiete der Reichsbahn-Ausbesserungswerke des Werkstättenbezirks Altona im Jahre 1920 und 1927.

Abb. 9

Rotgießereibetriebe im Werkstättenbezirk Altona.

Früher:		Jetzt:	
Vorteile: Kein Versand von Rotguß.	Nachteile: Schlechte und schwankende Belastung der Gießereien. Vielfachanfertigung von Modellen, großer Schmelzverlust, hohe Lohnkosten, vielfache Anfuhr und Lagerung der Rohstoffe, vielfache Rotgußlagerung, veraltete Form- und Schmelzeinrichtungen.	Vorteile: Vereinfachte Überwachung des Form- und Gießverfahrens, Ersparnisse an Arbeitern, Löhnen, Modellen und Brennstoffen, geringer Schmelzverlust, zentrale Lagerung der Rohstoffe und des Rotgusses.	Nachteile: Versand des Rotgusses an die Werke.

So waren vorhanden: 50 derartige Ausbesserungsstellen, 11 Rotgießereien, 11 Kesselschmieden und 11 Holzbearbeitungswerkstätten, Abb. 8.

Die inzwischen durchgeführten Vereinfachungen sind aus Abb. 7 bis 10 zu erkennen. Abb. 7 zeigt insbesondere die Lage der Güterwagenwerke, die vorwiegend zwischen Hamburg, Bremen und dem Ruhrgebiet belassen und zu leistungsfähigen Werken umgestaltet wurden.

Abb. 9 und 10 zeigen die Lage und Verkehrsbeziehungen der Bezirksrotgießerei und der beiden Holzbearbeitungswerkstätten.

Abb. 11 gibt ein Schema der Lokomotivzuteilung (früher und jetzt) für das R.-W.-A. Leinhausen bei Hannover (früher 886 Lokomotiven von 25 Gattungen, jetzt 971 von 3 Gattungen). Die Vorteile dieser Vereinfachung haben schon bei wesentlicher Steigerung der Leistungen zu einer Verminderung der Arbeiterzahl für die Lokomotiven von 1720 auf 1410 geführt. Im übrigen ist Leinhausen das einzige Werk des Bezirkes, das weiterhin Lokomotiven, Personen- und Güterwagen zu unterhalten hat. Nur die Drehgestell-Personenwagen wurden ihm genommen. Das Werk ist mit 3600 Arbeitern das größte Ausbesserungsw der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft; es baut sich in voneinander fast unabhängigen Anlagen auf.

Abb. 8 zeigt ferner, daß noch mehrere Werke Perso und Güterwagen, aber nur noch zwei andre Werke L motiven und Wagen ausbessern (Sebaldsbrück und Ling In diesen beiden Werken sind zwei grundsätzlich ge derte Anlagen vorhanden, die das Beibehalten beider triebe wirtschaftlich rechtfertigen. Ferner zeigt der gleich des Zustandes von 1920 (links) mit dem von (rechts), daß in diesen sieben Jahren 39 Fahrzeug besserungsstellen, 10 Rotgießereien und 9 Holzbearbeitu werkstätten geschlossen worden sind. Es verbleiben s Abteilungen für Lokomotiven, 5 für Personenwagen, unter eine für Drehgestell-Personenwagen, 7 für G wagen, 4 Kesselschmieden. Die Zahl der Arbeiter Beamten ging von 17 605 Anfang 1925 auf 12 902 Ende zurück. Geschlossen wurden die Hauptwerkstatt Schw und die Nebenwerkstatt Minden.

Der Zusammenlegung dieser Betriebe folgte die te nisch-wissenschaftliche Durchforsch

Abb. 10

Holzversorgung der Reichsbahn-Ausbesserungs- und Betriebswerke der Reichsbahndirektion Altona.

Früher:		Jetzt:	
Vorteile: Keine! (Die Beförderungswege sind die gleichen.)	Nachteile: Vielfache Vorratholzlagerung, schlechte Ausnutzung der Holzverarbeitungsmaschinen, großer Holzverschnitt, großer Personalaufwand, hohe Lohnkosten, Verladung und Versand großer, unbearbeiteter Holzmengen von den Holzlagern.	Vorteile: Wenige Holzstapelplätze, gute Ausnutzung der Holzbearbeitungsmaschinen, Ersparnisse an Maschinenrüstzeiten, geringer Holzverschnitt, Ersparnisse an Personal und Löhnen, Verladung und Versand geringer, bearbeiteter Holzmengen von den Holzlagern.	Nachteile: Keine! (Die Beförderungswege sind die gleichen.)

Abb. 11
Reichsbahn-Ausbesserungswerk Leinhausen, Zuweisung der zu unterhaltenden Lokomotiven.

Früher:
Nachteile: Lokomotivwerkstatt ungenügend aufnahmefähig für 886 Lokomotiven von 25 Gattungen. Unvorteilhafte Standausnutzung mit 6 Lokomotiven jährlichem Umschlag. Schlechtes Einarbeiten des Personals. Geringe Leistung, mangelhaftere Arbeitsausführung und längere Ausbesserdauer. Austauschbau beschränkt. Ersatzteile und Ersatzkessel nicht genügend ausgenutzt.

Jetzt:
Vorteile: Lokomotivwerkstatt ausreichend und aufnahmefähig für 9 1 zur Unterhaltung zugeteilte Lokomotiven von 3 Gattungen. Vorteilhafte Standausnutzung mit 12 Lokomotiven jährlichem Umschlag. Gutes Einarbeiten des Personals. Hohe Leistungen, gute Arbeitsausführungen und kurze Ausbesserdauer. Ersatzteile und Ersatzkessel durch weitgehenden Austauschbau gut ausgenutzt.

Werke. Ein Beispiel für die Ausnutzung der An- durch die Fließarbeit zeigt die Güterwagenabteilung R.-A.-W. Sebaldsbrück, Abb. 12. Ein Hebekran, ur- nglich für die Ausbesserung der D-Zug-Wagen be- mt, gibt den Takt der Arbeit an. Die Untergestelle den auf zwei Gleisen entrostet. Alsdann beginnt die ßarbeit mit den Vorarbeiten für das bei der bahnamt- n Untersuchung vorgeschriebene Auswechseln der sen, Federn usw. auf vier Gleisen. Da nur ein Hebe- zur Ausführung des Achswechsels vorhanden ist, darf der Aufenthalt unter diesem Kran nur ¼ der Zeit betragen, die der Wagen auf den Vorgleisen verbleibt. Mit der Genauigkeit eines Uhrwerkes vollzieht sich diese Arbeit, meisterhaft in ihrer Vorbereitung und Durchführung. Die Schiebebühne, die die Wagen diesen Hebeständen zuführt, bringt sie dann zu den Ständen, auf denen sie in weiterem Gleichschritt fertiggestellt werden. Sie bringt aber auch jeden Wagen, der beim Abheben von den Achsen oder beim Vermessen größere Mängel zeigt, aus dem Fließgang auf Sonderplätze.

Abb. 12
Darstellung der Fließarbeit in der Güterwagenabteilung des Reichsbahn-Ausbesserungswerkes Sebaldsbrück.

Abb. 13
Reichsbahn-Ausbesserungswerk Lingen, Wagenabteilung.

Abb. 13 und 14 zeigen die Anordnung eines Fließganges für Personenwagen im R.-A.-W. Lingen, Da die Halle für einen geschlossenen Fließgang zu kurz ist, werden die Wagen nach den Vorbereitungsarbeiten aus der Halle herausgebracht und mittels der Schiebebühne zwei Parallelgleisen der gleichen Halle zugeführt, auf denen die eigentlichen Untersuchungsarbeiten vorgenommen werden. Hier werden die Achsen mit elektrisch betriebenen Hebeböcken ausgewechselt, da die Hallenhöhe für einen Kran nicht genügt. Abb. 13 zeigt die Gesamtanordnung. Es besteht ein scheinbarer Gegenlauf der Wagen; in Wirklichkeit ist die Arbeitsweise jedoch zweckmäßig und wirtschaftlich. Das Aus- und Einfahren Wagen ist unbequem, aber unbedeutend im Vergleich den Kosten für eine angemessene Verlängerung der Ha

Die Anordnung für die Ausbesserung d Drehgestell-Personenwagen in Neumüns zeigt Abb. 15. Hier werden die Drehgestellwagen auf d Hebestand gehoben und Rollböcke unter den Wagenkas gesetzt. Auf diesen rollt nunmehr der Wagenkasten in Richthalle und durchläuft hier taktmäßig die einzel Ausbesserstellen.

Die Arbeitsweise der Lokomotivabteilu Sebaldsbrück ist aus Abb. 16 zu ersehen. Die Lokomo

Abb. 14
R.-A.-W. Lingen, Fließgänge in der Wagenwerkstatt.

Abb. 15
unterbrochene Arbeitsweise bei der Wiederrstellung von D-Zugwagen im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Neumünster.

Achslagergehäuse im R.-A.-W. Sebaldsbrück genannt, Abb. 17 bis 19. Bei der Pumpenbearbeitung, Abb. 17, wird von der Verteilstelle bis zum Prüfstand auf kleinen Wagen befördert, die, auf einer geneigten Fahrbahn laufend, die Arbeitstücke selbsttätig von einem Arbeitsplatz zum andern bringen. Aus dem Beispiel der Stangenbearbeitung, Abb. 18, ersieht man, wie je nach dem Grade des Verschleißes mehrere Arbeitsgänge an einer Stelle vorgesehen werden müssen, um beste Ausnutzung der Arbeits-

e Tender) wandert nach dem Abbaustand und wird Wiederherstellung der Einzelteile in drei besonderen pen wieder aufgebaut. Während bis 1919 400 Lokoven in 16 Gattungen zugewiesen waren, sind es jetzt bei nur noch drei Gattungen. Die Belegschaft konnte 0 vH vermindert werden. Gleichzeitig stiegen infolge besseren Gütegrades der Arbeit die kilometrischen ungen der untersuchten Lokomotiven zwischen zwei tausbesserungen um 30 vH.

Noch nicht völlig durchgeführt ist die fließende Ferti- bei der Wiederherstellung der abgebau- Teile in den Nebenbetrieben. Hier war nur die Organisation an sich, sondern auch die Lage Betriebe zueinander und zu den Richthallen zu vern. Als Beispiele für die fließende Fertigung seien Arbeitsverfahren für die Ausbesserung der Luft- und sepumpen, der Treib- und Kuppelstangen und der

kräfte zu ermöglichen. Trotz besonderer Schwierigkeiten hat die genaue Durcharbeitung der einzelnen Arbeitsgänge zu erheblichen Verbesserungen geführt.

Große Vorteile brachte die planmäßige Durchforschung des Förderwesens mit sich, verbunden mit ausgedehnter Verwendung der Elektrokarren nebst Anhängern und der Ladetische. Kostspielige Förderarbeiten konnten durch Einordnung von Nebenbetrieben in den Richtwerkstätten selbst ganz beseitigt werden. Ein besonders kennzeichnendes Beispiel hierfür ist die Einfügung der Abkochereien für die schmutzigen Fahrzeugteile in die Abbaugruppen. Gerade diese Transporte spielten in den Werken eine große Rolle. Jetzt werden diese Teile unmittelbar in die neben dem Zerlegestand aufgestellten Abkochbottiche gelegt, deren neuzeitliche Einrichtung jede Belästigung durch Schwaden und Hitze vermeidet.

Abb. 16
Lokomotivausbesserung im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Sebaldsbrück.

Außer der weitgehenden Einführung des Austauschbaues, der wiederum ein gut organisiertes Meß- und Passungswesen erfordert, wird mit allen Kräften an der Einführung der **Normung** der Lokomotiveinzelteile gearbeitet. Diese setzte nicht nur bei der Konstruktion und Beschaffung **neuer** Lokomotiven- und Wagengattungen ein, sondern wird auch an den vorhandenen Fahrzeugen bei den Ausbesserungen in den Ausbesserungswerken durchgeführt.

Es bleibt noch zu untersuchen, wie groß der **wirtschaftliche Erfolg** aller dieser Maßnahmen ist. Ein Vergleich der Leistungen der Werkstätten unter Berücksichtigung der aufgewandten Kosten ist zur Zeit noch nicht möglich. Dieser Mangel wird durch die allgemeine Einführung einer „**Vollabrechnung**" nach industriell-kaufmännischen Grundsätzen beseitigt werden, soweit dies im Ausbesserungswesen überhaupt möglich ist. Die Vorbereitungen hierfür stehen vor dem Abschluß. Jedes Ausbesserungswerk soll wie ein Unternehmen der Privatindustrie genau die Selbstkosten jedes einzelnen Auftrages ermitteln und seinen Kunden, d. h. dem Betrieb, in Rechnung stellen. Dann läßt sich jede Betriebsverbesserung ohne weiteres an der durch sie erzielten Verringerung der Ausgaben in Mark und Pfennig ausdrücken. Allerdings werden die Vergleichsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Werken gewissen Beschränkungen unterliegen, da wenigstens bei Lokomotiven noch besondere Verhältnisse (Beanspruchung im Gebirge und im Flachland, Kesselspeisewasser) zu berücksichtigen sind.

Sehr nahe liegt ein **Vergleich mit den Vorkriegsverhältnissen**. Aber auch er ist nur bedingt möglich, weil die große Umgestaltung des Fahrzeugparks in der Zwischenzeit, insbesondere die Verdrängung der leichten Naßdampflokomotiven durch die schweren Heißdampflokomotiven, die Einführung der Speisewasser-Vorwärmung und der durchgehenden Druckluftbremse Güterzugverkehr, zwar außerordentliche Erleichterung Verbesserungen und Ersparnisse an Personal und Mater im Betriebe selbst bringt, in den Ausbesserungswerk aber nur umfangreiche dauernde Vermehrung der Lo und der Werkstoffkosten verursacht. Bei einem Vergle dieser Zahlen muß weiter berücksichtigt werden, daß tägliche Arbeitzeit von früher 9 auf jetzt 8½ h unter völliger Ausschaltung von Überstunden für Arbeiten Fahrzeugen gekürzt worden ist. Infolge Erhöhung Zahl der tarifmäßig zu gewährenden Urlaubtage und zu zahlenden Feiertage tritt eine weitere Minderleistung 4 vH ein, die dem Lohnkostenaufwande zur Last f

Abb. 17

Luft- und Speisepumpenbearbeitung im R.-A.-W. Sebaldsbrück.

a Herstellen der Dampfzylinder für Luft- und Speisepumpen
b, c Herstellen des Hoch- und Niederdruckluftzylinders
d, e, f, g Dampfzylinderdeckel für Luft- und Speisepumpen herstellen und prüfen
h Oberes und unteres Zwischenstück und Kolben herstellen
i Saug- und Druckventile für Luftpumpen herstellen
k Ventilkasten für Speisepumpe herstellen
l Wasserzylinder herstellen und prüfen
m Zwischenstück für Speisepumpe und Kolben herstellen
n, o Zusammenbau der Speisepumpen
p, q Zusammenbau der Luftpumpen

Abb. 18

Stangenbearbeitung im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Sebaldsbrück.

a Arbeitsaufnahme
b Büchsen herauspressen
c Stangenköpfe schleifen
d Stangen anreißen
e Büchsen einpressen
f Ecken freifräsen
g Stangenköpfe u. Büchsen ausschleifen
h Maßaufnahme
i Lager zeichnen zum Hobeln
j Lager hobeln
k Schmierloch bohren
l Schmiervorrichtung fertigen
m Stellkeile anreißen
n Lager einpassen
o Stellkeile hobeln
p Stellkeile einpassen und einbauen
q Lager, Rotguß ausdrehen
r Lager herausnehmen
s Lager ausgießen
t Lager (Weißmetall) bearbeiten
u Kegelige Bohrungen herstellen
v Gelenkbolzen drehen
w Lager einbauen
x Lager ausbohren
y Stangen nachprüfen
z Lager ausbauen, Öldeckel schrauben
a' Fertige Stangen abstellen
b' Ölnuten fräsen
c' Lager aufpassen
d' Fertige Lager ablegen
e' Stangen und Lager zur R halle

Abb. 19
Lagerbearbeitung im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Sebaldsbrück.

a Herausnehmen der Gleitplatten
b Achslagergehäuse innen und außen bearbeiten
c ,, anreißen
d ,, Schraubenlöcher bohren
e ,, ,, Gewinde schneiden
f Achslagerschalen im Gehäuse einpassen
g Achslager ausgießen
h Achslager-Unterkasten nachpassen
i Achslager-Gleitplatten einpassen
j ,, bohren und versenken
k ,, einschrauben
l ,, anreißen
m ,, Führungen fräsen
n ,, Seitenleisten abschrägen
o Achslagerschalen und Unterkasten einsetzen
p ,, ,, ,, herausnehmen
q Achslager ausbohren
r Zusammenbau des Achslagers

n es trotzdem gelungen ist, diese Mehrarbeit jetzt mit dem gleichen Personal (Tagewerk-Kopfzahl) zu be-gen wie 1914, Abb. 20, so ist das nur auf das erfolg-e Zusammenfassen der Arbeiten und die Verbesserung Arbeitsverfahren zurückzuführen.

Beim Werkstattmaterial ist das bisher nicht gelungen. ist der Verbrauch erheblich höher als vor dem Kriege. hängt zusammen mit dem wesentlich höheren Durch-ttsgewicht der Lokomotiven (rd. 40 vH) und mit dem au der Druckluftbremse in die Güterzuglokomotiven die Güterwagen, der in den Nachkriegsjahren vor-end den Ausbesserungswerken übertragen wurde. Er rsachte eine Ausgabe von etwa 330 Mill. ℳ. Heute schon 93 vH aller Güterwagen und fast alle Lokomo-mit diesen Einrichtungen versehen. Sicher aber wird der Materialverbrauch in den Werken noch erheb-abnehmen, wenn alle die Schäden an den Wagen, die mangelhafte Unterhaltung und Verwendung ungeeig-Materials (besonders schlechter Farben) in der zs- und Nachkriegszeit zurückzuführen sind, völlig tigt sein werden. Hierzu kommt der Aufwand an rial bei der Unterhaltung der Güterzug-Druckluft-se und die stärkere Abnutzung der Bremsklötze und eifen usw. Auch die neuen Zug- und Stoßvorrich-n, Kipproste usw. verursachen beim Einbau erheb-mittelbare Stoffkosten. Im übrigen ist das Werkstoff-n durch strenge Vorschriften über Beschränkung auf nmte Abmessungen so vereinfacht worden, daß die nzahl von 5000 auf 3000 vermindert werden konnte.

Die Erfolge der Werkstättenrationali-ung in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken selbst im Bahnbetriebe zeigen sich

Abb. 20
Personalstand in den Werkstätten der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

a) in den Werken durch Steigerung der Leistung und durch Verringerung der Ausgaben für Neubauten und Erweiterungen,

b) im Bahnbetriebe durch Verringerung des Fahrzeugbedarfes und durch Leistungssteigerung der Fahrzeuge sowie durch Ersparnis an Personal sowie Werk- und Betriebstoffen.

Zu a): 21 ältere Ausbesserungswerke und 37 Werkabteilungen konnten geschlossen werden. Die Ausbesserungsdauer der Lokomotiven wurde von 110 Tagen auf 24 Tage heruntergedrückt. Abb. 21 zeigt die Verminderung der Zeit für eine mit einer inneren Kesseluntersuchung verbundene Hauptausbesserung in den letzten Jahren. Für die Lokomotivausbesserung waren früher (1920) 4025 Stände nötig, heute sind es 1500. Abb. 22 läßt erkennen, welchen Einfluß die technische Vervollkommnung und Steigerung der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven auf die Kopfzahl hat, die für eine zu unterhaltende Lokomotive aufzuwenden ist. Die Kopfzahl für diese Arbeiten ist etwa 25 vH niedriger als vor dem Kriege; so wurden z. B. 1913 noch 0,75 „Tagewerkköpfe“ für die Unterhaltung einer T 3-Lokomotive im Jahresdurchschnitt benötigt. 1913 waren 6000 Heißdampflokomotiven, davon fünfzehn mit Speisewasservorwärmern vorhanden, heute sind 17 000 Lokomotiven mit Vorwärmern ausgerüstet, davon 15 000 Heißdampflokomotiven. Die kilometrischen Leistungen zwischen zwei Hauptausbesserungen sind von 45 000 km im Durchschnitt 1913 auf 81 000 im Durchschnitt des Jahres 1927 je Lokomotive gestiegen. Dabei sind immer noch 250 verschiedene Lokomotivbauarten vorhanden, während etwa 40 genügen würden.

Erheblich sind ferner die Ersparnisse, die das Zusammenlegen und Schließen von Werken in baulicher Hinsicht zur Folge hatte. Während in den letzten fünf Jahren vor dem Krieg im Mittel 12,1 Mill. ℳ

Abb. 21
Lokomotivabteilung R.-A.-W. Sebaldsbrück. Mittlere Ausbesserdauer einer inneren Untersuchung.

Abb. 22
Anzahl der Arbeiter, die zur täglichen Unterhaltung einer Lokomotive im Jahresmittel nötig sind.

Abb. 23
Die arbeitstägliche Wagengestellung der Reichsbahn auf Grund der Monatsmittel.

aus der Vermögensrechnung (Extraordinarium) für Werkstatterweiterungen und Neubauten ausgegeben wurden, sind in den letzten drei Jahren im Mittel je 11,1 Mill. ℳ, also wesentlich weniger, aufgewendet worden, und zwar vorwiegend für Neubauten, die unmittelbar nach dem Kriege begonnen wurden.

Zu b): Infolge der schnelleren Ausbesserung und infolge der Rationalisierung im Zug- und Beförderungsdienst konnte die Beschaffung neuer Fahrzeuge wesentlich eingeschränkt werden. Die Zahl der in den letzten Jahren beschafften Fahrzeuge ist geringfügig gegenüber der Vorkriegszeit. Die große Entlastung der Ausbesserwerke infolge regelmäßiger und fortlaufender Einstellung neuer Fahrzeuge ist mithin fast weggefallen; sind doch seit 1913 nur hinzugekommen: 1040 Lokomotiven, 3100 Personen- und 36 300 Güterwagen.

Ganz allgemein muß gesagt werden, daß die Fahrzeuge heute im Bahnbetrieb erheblich mehr ausgenutzt werden als vor dem Kriege. Zwar ist die Zahl der Züge um 14 vH gesunken, die Zuglast ist jedoch um 25 vH gestiegen. Bei den Personenwagen ist zu beachten, daß zur Zeit 19 vH Personen mehr befördert werden als früher. Auf dem Gebiete des Güterverkehrs ist die Zahl der beförderten Gewichte um 4 vH gestiegen, die Zahl der Tonnenkilometer um 30 vH. Die Nutzlast der Züge hat sich um 25 vH erhöht. Abb. 23 zeigt die Güterwagengestellung, bezogen auf den Arbeitstag, in den Jahren 1926 und 1927 gegenüber 1913. Zu dieser Steigerung der Betriebsleistungen der Fahrzeuge kommen die Ersparnisse an Kohlen, die infolge aller Verbesserungen in der Unterhaltung und Ausnutzung der Lokomotiven 100 Mill. ℳ jährlich betrag Es kommen ferner hinzu die gewaltigen betrieblichen V teile der Einführung der durchgehenden Druckluftbrem die sich in Steigerung der Betriebsicherheit, Erhöhung durchschnittlichen Güterzuggeschwindigkeit von 25 35 km und damit Steigerung der Leistungsfähigkeit Strecken auswirken. Die Einführung dieser Bremse eine Ersparnis von 19 000 Mann Personal Betriebe zur Folge, nach Berücksichtigung des Pe nalmehrbedarfs in den Werkstätten.

So hat sich die Deutsche Reichsbahn in allen W stätten ihres großen Bezirkes rastlos bemüht, alle F schritte, die in Deutschland nach dem Krieg bekannt w den — auf wohlbewährten Grundlagen weiterbauend — Ausbesserwesen anzuwenden. Bezeichnend hierbei bl daß bis auf eine nach dem Kriege völlig neu gerichtete Anlage eines fremden Fabrikbetriebes (R.-A. Brandenburg-West) nur Werkstätten in Frage kamen, vor dem Kriege bestanden haben, oder deren Entwürfe fort nach Kriegsende aufgestellt wurden, als die neue triebsweise noch nicht oder erst in ihren Anfangsgrü bekannt war. Hieraus ist zu erkennen, daß es stets Bestreben der Eisenbahnfachleute war, die Erfahrunge älteren Betriebe bei Neubauten zu berücksichtigen alles, was nach dem Stande der Technik möglich war tun, um so wirtschaftlich wie möglich zu arbeiten. das war Rationalisierung.

Das alles wurde ermöglicht durch die Pflichttreue den Eifer einer tüchtigen Beamtenschaft und einer w durchgebildeten verständnisvollen Arbeiterschaft.

[B 117

Vereinigte Motordrehleiter und -feuerspritze

Die Stadt Leicester hat kürzlich von der Firma Merryweather & Sons, Greenwich, eine selbsttätige Drehleiter erhalten, die als Neuerungen die Verbindung mit einer Motorfeuerspritze und eine Fernsprechverbindung mit dem Feuerwehrmann auf der Leiter aufweist. Das Fahrzeug wird von einem Sechszylindermotor mit Ricardo-Kopf und 100 mm Zyl.-Dmr. bei 140 mm Hub angetrieben, der rd. 60 PS leistet und zum Schutz gegen Versagen mit doppelter Zündeinrichtung versehen ist. Die Räder sind als abnehmbare Scheiben ausgebildet und tragen Kissenreifen. Die Drehleiter ist auf dem hintersten Teil des Rahmens aufgebaut und besteht aus vier Abschnitten aus Oregontanne, die für eine größte Höhe von 25,9 m bemessen sind. Das Auszuggetriebe besteht aus Zahnrädern, die über Reibkupplungen vom Motor aus oder mit Hilfe von drei Handkurbeln betätigt werden. Ferner sind eine besondre Feineinstellung, eine Anzeigevorrichtung für die Größe des Auszuges und Sicherungen gegen das Überziehen der Leiter vorhanden. Zwischen der Leiter und dem Führersitz wird der An auf eine stehende Zweizylinderpumpe für rd. 1100 l/mi genommen, die eine an der Spitze der Leiter angebr und eine auf der Pumpe aufgebaute drehbare Düse s („Engineering" 3. Februar 1928 S. 132/33*) [N 1252]

Wärmedehnung des Eises

Im Berliner Kälteverein berichtete Dr.-Ing. Erk gemeinsam mit Prof. Jakob in der Physikalisch- nischen Reichsanstalt ausgeführte Versuche an Eiss die durch radiales Gefrieren von außen nach innen h stellt worden waren. Zwischen — 20° und — 253° sich die Stäbe um etwa 5 vT ihrer Länge zusammen. lineare Ausdehnungskoeffizient nahm dabei im selben hältnis wie die Temperatur bis auf 0 bei etwa — 215 und wurde bei noch tieferen Temperaturen negativ, auf eine gewisse Ordnung der Kristalle im Eisstab schl läßt, aber noch genauer untersucht werden soll.

M.

[N 1320 g]

Neuere Widerstand-Schweißmaschinen

Von Prof. Dr.-Ing. A. Hilpert, Berlin-Charlottenburg

(Hierzu Bildbl. 21 bis 24)

Allgemeines über Widerstandschweißmaschinen — Stumpfschweißmaschinen, Punktschweißmaschinen, Punktschweißen mit Schweißstromregler, Nahtschweißmaschinen, Elektroessen, Nieterhitzer.

eit man die Elektrizität als Wärmequelle für elektrisches Schweißen und Schmieden anwendet, hat sie sich in der neuzeitlichen Industrie ein reiches Begungsfeld geschaffen. Mehr und mehr sehen die Metall arbeitenden Fabriken die großen Vorzüge der elektrien Schweißung und Erhitzung ein. Diese beruhen vor m auf der Wirtschaftlichkeit und Sauberkeit des elekchen Schweißverfahrens, das sich durch seine Einfach- sehr gut der fließenden Arbeit angliedern läßt. enbahnwerkstätten, Lokomotiv- und Kraftwagenriken, besonders aber die Blechwarenfabriken usw., ienen sich heute schon in umfangreicher Weise der ktrischen Schweißverfahren, sei es für große Konıktionsverbindungen und für Reparaturschweißungen tels der Lichtbogenschweißung, sei es zur Herstellung Massengütern mit Hilfe der neuzeitlichen Widerstandweißung[1]).

Im folgenden soll ein kurzer Überblick über neuliche Widerstand-Schweißmaschinen hinsichtlich ihrer art und der Vielseitigkeit ihrer Anwendung gegeben den. In dieser Zeitschrift ist vor kurzem[2]) der Einfluß Schweißens auf die Gestaltung erörtert worden. Dort auch die Stumpf- und Abschmelzschweißung, die nkt- und die Nahtschweißung schematisch dargestellt den, so daß ich hier nicht mehr darauf einzugehen uche. Ich verweise auf das erst 1927 erschienene Buch A. J. Neumann, „Elektrische Widerstandschweißung Erwärmung"[3]).

Eine elektrische Widerstandschweißmaschine ist eine ktrische Vorrichtung, mit der man das in ihr behante Werkstück mittels eines eingebauten regelfähigen ansformators in einer abgegrenzten Zone auf jede genschte Temperatur bis zum Schmelzpunkt zu bringen mag.

Aus den Versuchen von Thomson Mitte der 80er re erstand die erste Stumpfschweißmaschine. Sie fand emein große Beachtung, und das Stumpfschweißen rde nach und nach verbreitet. Aus dem elektrischen mpfschweißen hat sich besonders für größere und wierigere Querschnitte das Abschmelzverfahren entkelt und weiter das Punktschweißen und aus diesem der das Nahtschweißen.

Die elektrischen Widerstand-Schweißmaschinen wer- eingeteilt in

a) Stumpfschweißmaschinen,
b) Punktschweißmaschinen,
c) Nahtschweißmaschinen,
d) Erhitzmaschinen.

Da man zum elektrischen Widerstandschweißen hohe weißströme mit niederer Spannung braucht, bedingt allgemein einen kräftigen Transformator mit hohem rsetzungsverhältnis, stark bemessene Unterspangswicklung und -anschlüsse und gute Kühlverhältse. In den meisten Fällen werden für die Widerd-Schweißmaschinen Kerntransformatoren verwendet, man je nach Konstruktionseigenart ein- oder zweienklig bewickelt. Der Wert des Leistungsfaktors s Schweißtransformators liegt zwischen 0,6 und 0,9. Bemessung der Unterspannungswicklung rechnet etwa 2 A/mm Belastung für Kupfer bei Dauerbetrieb.

Je größer die Leistung einer Maschine, desto mehr arf es einer guten Kühlung. So kühlt man bei kleinen chinen schon die das Schweißstück fassenden Teile, n es Punkt- oder Nahtelektroden oder Elektrodenken, um eine zu starke Erwärmung bei längerem Betriebe zu verhindern. Bei Maschinen mit größerer Leistung wird auch die ganze Unterspannungswicklung gekühlt. Hierzu bestehen die Unterspannungsleiter aus Kupferrohr oder sind hohl ausgebildet, so daß sie ein Wasserrohr in sich aufnehmen können. Auch findet man zwischen Ober- und Unterspannungsspule schmale Wassergefäße angeordnet.

[1]) Z. Bd. 55 (1911) S. 1665.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1419.
[3]) Berlin 1927, Julius Springer.

Abb. 1
GEFEI-Stumpfschweißmaschine, Bauart Snill

Zum Schutz für den Arbeiter müssen die Leitungen des Oberspannungstromkreises und ihre Anschlüsse gut isoliert sein, da sie ja von Wechsel- oder Drehstrom mit Spannungen von 110 bis 500 V gespeist werden. Für den Unterspannungskreis sowie die Elektroden und Elektrodenzuführungen ist dies nicht notwendig, da die Spannungen nicht über 8 V hinausgehen. Die Unterspannungswicklungen bilden kein starres Ganze, sondern bestehen dort, wo die Stromführung zu den beweglichen Elektroden hergestellt werden soll, aus biegsamer Kupferlitze oder dünnlamellierten Kupferstreifen.

Stumpfschweißmaschinen

Bei den Stumpfschweißmaschinen sucht man nach Möglichkeit eine Trennung des elektrischen und mechanischen Teiles durchzuführen. Sie weisen im allgemeinen eine gedrungene und geschlossene Bauart auf. Nächst dem Transformator ist bei den Stumpfschweißmaschinen die Art der Stromführung, die Art ihrer Einspannung und Stauchung von Bedeutung. Die Art der Stromführung ist verschieden. Man hat Bauarten, wo nur die unteren oder die oberen Backen stromführend sind, und größere Maschinen, wo beide Backenpaare Strom führen; oder, wie bei den AEG-Bauarten, wo die Stromführung bei den mittleren Maschinen diagonal, bei den größeren diagonal sich kreuzend angeordnet ist.

Die zu schweißenden Stücke spannt man bei den kleineren Bauarten teilweise durch Exzenter ein. Am gebräuchlichsten ist das Einspannen mittels Spindel. Auch findet man Maschinen mit elektromagnetischer Einspannung, doch hat das den Nachteil, daß man dazu Gleichstrom braucht. Bei Maschinen von mehr als 100 kVA benutzt man meist motorische oder hydraulische Einspannung. Entsprechend sind die Stauchorgane kleinerer und mittlerer Bauarten mit Hebelgriff oder Spindel ausgestattet. Bei den größeren Maschinen ist auch meist motorische oder hydraulische Stauchung üblich.

Eine Maschine kleinster Bauart ist die Stumpfschweißmaschine Snill der Gesellschaft für elektrische Industrie m. b. H., Berlin (GEFEI), Abb. 1. Sie dient zum Schweißen von Eisen- und Kupferdrähten von 0,8 bis 6 oder bis 9 mm Metalldurchmesser. In die kleine Maschine ist ein ringförmiger Transformator eingebaut. Bei

Abb. 5
Schaltbild der SSW-Stumpfschweißmaschine, Bauart Sch 60/30 S.

Abb. 6 und 7
Stumpf-Rohrschweißmaschine der AEG, Bauart SRM 80/120.

dieser hängenden Bauart sind die Elektroden zangenförmig angeordnet, bei der Standform, Abb. 13 (Bildbl. 21), schraubstockartig ausgebildet.

Die Bauart St 16 von Heinrich Sonnenberg, A.-G., Düsseldorf (SOAG), Abb. 2 (Bildbl. 21), hat man mit einer Schnelleinspannvorrichtung ausgerüstet. Mittels Muttern kann man die Backen auf verschiedene Werkstückdurchmesser einstellen; durch Durchdrücken eines Kniehebels spannt man das Werkstück sicher und rasch fest. Der Transformator ist zehnstufig regelbar und gewährleistet infolgedessen ein gutes Anpassen an die zu verschweißenden Teile.

Mit der AEG-Bauart SR40/52, Abb. 3[4]), werden Eisenquerschnitte bis 3000 mm² verschweißt. Die Maschine weist eine gedrungene und geschlossene Bauart auf. Den oberen Teil kann man mittels Kranösen vom unteren leicht abheben, um den Transformator bloßzulegen. Der Transformator ist fünfstufig regelbar, die Werkstücke werden mittels Handräder und Spindeln festgespannt und gestaucht.

Bei der SSW-Bauart Sch 60/30 S, Abb. 4, wird die Unterspannungsseite des neunstufig regelbaren Transformators mit Wasser gekühlt. Mit der Maschine kann man Eisenquerschnitte bis 3200 mm² verschweißen. Im Gegensatz zu den bei andern Bauarten gebräuchlichen gußeisernen Gehäusen ist das Gehäuse hier aus Schmiedeeisen hergestellt, wodurch das Gewicht und die Bruchgefahr bei der Beförderung vermindert werden. Den Schweißstrom regelt man durch einen mit Nullstellung versehenen Walzenschalter. Die zu verschweißenden Werkstücke spannt man in die beiden auf dem schmiedeeisernen Gehäuse aufgebauten, schraubstockartig ausgebildeten Einspannvorrichtungen ein, deren untere Backen feststehen, während sich die oberen Backen in der Höhe durch je ein Handrad verstellen lassen. Durch den Ratschenhebel neben den Handrädern spannt man da[s] das Werkstück fest ein. Den Strom schaltet man mit[tels] zweier Fußhebel ein und aus. Das Schaltbild, Abb. [5], zeigt den elektrischen Teil einer normalen Stum[pf]schweißmaschine. Der Wechselstrom oder eine Ph[ase] des Drehstromnetzes wird in einem Transformator [mit] mehreren Anzapfungen umgespannt und als Schwe[iß]strom den Elektroden zugeführt.

Mit der Bauart SRM 80/120 der AEG, Abb. 6 un[d 7], kann man Eisen bis 6000 mm² Querschnitt stu[mpf] schweißen. Das Werkstück kann man mit der H[and] oder mittels der beiden angebauten Drehstrommoto[ren] einspannen. Neuartig ist die Art der Stauchvorricht[ung], Abb. 8. Beim Stumpfschweißen kann man die Teile [mit] der Hand oder motorisch stauchen. Beim Abschm[elz]schweißen dreht man mittels der Kegelräder *c* und *d* [die] Stauchmutter *a*, und diese, in axialer Richtung fest[ge]halten, verschiebt die Spindel und den Stauchschlit[ten]. Beim Stauchen mittels Elektromotors wird über ei[nen] Schneckentrieb die zweite Stauchmutter *b* gedreht. [Die] in dieser Mutter sich verschiebende, gegen Drehung f[est]gehaltene Gewindespindel ist durch ein Drucklager [mit] der Stauchmutter *a* verbunden und verschiebt den Sta[uch]schlitten in axialer Richtung, wodurch die [...] stauchung ausgeführt wird.

Die Bauart St 150/St 400 von Sonnenberg, Abb. 9, [ist] eine große Stumpfschweißmaschine für das Verschwei[ßen] von Querschnitten bis zu 15 000 mm². Mittels Druckwas[ser] werden die Schweißstücke eingespannt und gesta[ucht].

[4]) Abb. 2 bis 4 und 9 bis 13 auf Bildbl. 21, Abb. 14 bis 16, 19, 21, 23 bis 26 auf Bildbl. 22, Abb. 28 bis 33 auf Bildbl. 23, Abb. 35 bis 38, 40, 41 und 43 auf Bildbl. 24.

inken Schlitten kann man mittels Handrades be-
, der rechte Schlitten ist mit dem Kolben des
wasserzylinders starr verbunden und kann nur
: Druckwassers nach rechts oder nach links ver-
n werden.

i der Herstellung von Massenteilen gleicher Ab-
ng verwendet man vielfach selbsttätige Stumpf-
ßmaschinen. Mit dem Halbautomaten der Firma
ische Schweißmaschinen, G. m. b. H., Berlin-Char-
urg, SA 3, Abb. 10, kann man eiserne Ringe und
mit einer Höchstleistung von 4 kVA bei 75 mm²
hnitt schweißen. Sämtliche zum Stumpfschweißen
ndigen Arbeiten wie Festspannen des Arbeit-
s, Stauchen, Ein- und Ausschalten des Stromes
reigabe des Arbeitstückes werden von einer ein-
Welle aus durch einen Handhebel gesteuert. Der
ormator ist sechsstufig regelbar, der Regelschalter
hts eingebaut.

ur Herstellung von Ketten hat man selbsttätig ar-
le Maschinen, sogenannte Kettenschweißmaschinen
n Markt gebracht. Abb. 11 zeigt eine solche Ma-
der Firma Elektrische Schweißmaschinen, G. m.
Die Kettenglieder werden erst in einer besonderen
naschine vorgebogen und ineinander gefügt. Die
bogene Kette wird in die Maschine eingelegt. Zu-
treten zwei Backen in Tätigkeit, die das zu
ßende Glied mechanisch schließen. Dann wird das
geschweißt. Nach jedem Schweißen wird die Kette
ätig um zwei Gliedteile vorgeschoben, so daß erst-
die Glieder 1, 3, 5 usw. geschweißt werden. Nach
en der Kette um 90° werden die Glieder 2, 4, 6 usw.
weißt. In einem Arbeitsgang kann man eine
Kette auf zwei nebeneinanderstehenden Maschinen
llen. Ein beim Schweißen an der Außenseite des
s entstehender kleiner Grat wird, Abb. 11 rechts,
besondere Messer entfernt[5]).

sher war es nicht möglich, eine sichere, einwand-
Abschmelzschweißung dünnwandiger, langer Quer-
e durchzuführen; neuerdings hat nun die Altonaer
nenfabrik Fischer eine Naht-Stumpfschmelz-
ne eingeführt, mit der sie Faßmäntel für 200 l-
fässer von 1 m Länge und 1 mm Wanddicke ver-
ßt. Abb. 12 zeigt die Maschine, die außerordentlich
Spannbalken hat, mit eingespanntem Blechmantel.
ne ganze Stumpfschweißmaschinen-Anlage, Bauart
I, zeigt Abb. 13. Sie ist zur Schweißung von Te-

[5]) „Werkstatts-Technik" Bd. 21 (1927) S. 330.

Abb. 8
lromotorische Stauchvorrichtung der Rohrschweiß-
maschine Abb. 7.

lephonleitungen in Rußland gebaut; man ist hierbei un-
abhängig von Kraftquelle und Ort. In einer Benzin-
motordynamo wird der für die kleine Stumpfschweiß-
maschine, Bauart Snill, Abb. 1, notwendige Wechsel-
strom erzeugt.

Punktschweißmaschinen

Aus dem Stumpfschweißverfahren hat sich das Punktschweißen entwickelt. Es besteht in dem Verschweißen zweier überlappter Bleche in einzelnen Punkten.

Abb. 14 (Bildbl. 22) zeigt eine Tischpunkt-Schweißmaschine der GEFEI, bei der der Elektrodendruck mittels Fußbügels betätigt wird. Sie wird für Leistungen von 1 bis 6 kVA gebaut, ist fünfstufig regelbar und in allen Teilen, die der Erwärmung ausgesetzt sind, für Wasserkühlung eingerichtet.

Bei der AEG-Punktschweißmaschine Pu 8, Abb. 15, einer Maschine mittlerer Bauart, ist das Kennzeichnende, daß das aus Rotguß bestehende Gehäuse gleichzeitig die Unterspannungsleitung bildet. Durch diese vereinfachte Bauart wird an Gewicht gespart. Bei dieser Maschine und auch bei allen folgenden kann der obere Elektrodenarm sowohl in der Länge verschoben als auch beliebig um die Achse gedreht werden. Auch läßt sich der untere Elektrodenarm in der Nutenplatte leicht verstellen. Die Elektroden sind auswechselbar angeordnet, da man je nach Gestalt und Form der zu verschweißenden Teile die Elektroden wählen muß.

Die neueste Bauart der AEG, Abb. 16 bis 18, ist für eine Leistung von 10 kVA bis zu 3 mm Einzelblechdicke gebaut. Die Unterspannungsleitung des eingebauten Kerntransformators ist ganz gekühlt. Die Wirkungsweise des Strombegrenzers soll später behandelt werden.

Die Bauart der SSW, Sch 15/8 P, Abb. 19, hat wieder ein schmiedeisernes Gehäuse und Schaltwalzen mit Nullstellungen zur Regelung des Transformators. Die Kühlverhältnisse, namentlich die Kühlung der Unterspannungsleitung zeigt das Wasserführungsschema, Abb. 20.

Der Transformator der GEFEI-Punktschweißmaschine, Abb. 21 und 22, ist als zweischenklig bewickelter Kerntransformator ausgeführt. Die Unterspannungswicklung umschließt eng den Kern. Infolgedessen wird ein guter Leistungsfaktor erreicht. Die den Elektrodendruck ausübende Feder ist jetzt durch ihre wagerechte Anordnung leichter für die Verstellung zugänglich gemacht. Für Maschinen mit größerer Leistung, von etwa 30 kVA an, werden die Elektroden durch ein mittels Transmission oder Elektromotors angetriebenes Rädergetriebe zusammengedrückt.

Abb. 17 und 18
Punktschweißmaschine der AEG, neueste Bauart.

Abb. 20
Wasserzuführungsschema der SSW-Bauart Sch 15/8 P.

Abb. 22
Punktschweißmaschine der GEFEI für 8 bis 12 kVA.

Die SSW-Bauart Sch 60/30 P, Abb. 23, eine schwere Maschine, kann durch Fuß- oder Handhebel bedient oder durch einen Elektromotor angetrieben werden.

Die AEG-Bauart Bk, Abb. 24, ist zum Punktschweißen von sperrigen Stücken (Karosserieteilen) mit großer Ausladung gebaut. Die Maschine bedient man mit der Hand und dem Fuß. Die Elektrodenarme sind starr ausgebildet. Nach Lösen von Schrauben kann der Gehäuseoberteil vom Unterteil leicht getrennt werden.

Punktschweißen mit Schweißstromregler

Zur Herstellung von Massenartikeln, wobei es auf gleichmäßiges Schweißen ankommt, haben die Punktschweißmaschinen herstellenden Firmen Schweißstromregler angebaut. Bekannt ist der Zeitstromschalter von Sonnenberg durch das Buch von Neumann. Bei ihm wird das Produkt Zeit mal Strom gleich groß gehalten. Einmal auf das zu verschweißende Werkstück eingestellt, vermag man mit ihm kurze Zeit bei starkem Strom oder lange Zeit bei schwachem Strom zu schweißen.

Die andern Bauarten beruhen auf den Grundsätzen des Höchststromschalters. Im Augenblick der Vereinigung der zu verschweißenden Bleche wird der Widerstand klein und der Strom steigt auf einen Höchstwert an. Dieses Anwachsen wird für die Ausschaltung benutzt.

Abb. 25 bis 27 zeigen einen einfachen und sicheren Schweißstrombegrenzer der AEG. Beim Anwachsen des Stromes zieht der Anker im Relais an, infolgedessen wird durch die Zugspule *a* im selbsttätigen Schalter der Anker *c*, Abb. 26, angezogen und somit werden die Kontakte im Schalter voneinander getrennt. Jetzt ist der Schweißstrom unterbrochen, und der Strom fließt nunmehr durch die Zugspule *a* und Haltespule *b*, so daß trotz unterbrochenen Schweißstromes die Kontakte auseinandergehalten werden.

Nahtschweißmaschinen

Aus dem Punktschweißen ist das Nahtschweißen hervorgegangen. Durch Auswechslung der Punktelektrodenarme gegen Rollenelektrodenarme kann man fast jede mittlere Punktschweißmaschine als Nahtschweißmaschine benutzen. Zwei solche in Nahtschweißmaschinen umgebaute Punktschweißmaschinen zeigen Abb. 28 und 29 (Bildbl. 23, vergl. Abb. 16 und 21). Die Elektrodenarme sind umgetauscht worden, und die oberen Elektrodenrollen lassen sich durch eine Kugelgelenkstange mit dem durch einen Elektromotor oder durch Transmission anzutreibenden Getriebe zum Befördern [...] Werkstückes in Umdrehung versetzen.

Die Nahtschweißmaschinen unterscheiden sich [...] die Art der Elektrodenbewegung und Schweißstrom[...]keit:

a) in Bauarten mit ständiger Rollenbewegung [...] Stromunterbrechung,
b) in Bauarten mit ständiger Rollenbewegung mit S[...] unterbrechung,
c) in Bauarten mit Unterbrechung der Rollenbew[...] und Unterbrechung des Stromes.

Nahtschweißmaschinen der Bauart a) bewähren [...] nur bei unverzunderten Blechen von geringer Dick[...] rd. 1,5 mm Gesamtdicke), da darüber hinaus die [...] der Verbrennung der zu verschweißenden Teile u[...] Abnutzung der Elektroden trotz guter Kühlun[...] groß wird.

Abb. 30 zeigt eine Maschine der SSW mit ein[...] richtung zur Stromunterbrechung, Bauart b). Die [...] Rolle wird mittels Kugelgelenkes durch eine[...] geflanschten Elektromotor mit einem neunstufig[...]

Abb. 27
Schaltbild für den AEG-Schweißstrombegrenzer.

a Zugspule
b Haltespule

Hilpert: Neuere Widerstand-Schweißmaschinen

Stumpfschweißmaschinen

Abb. 2
›nnenberg-Stumpfschweiß-
naschine, Bauart St. 16.

Abb. 3
AEG-Stumpfschweißmaschine, Bauart SR 40/52.

Abb. 4
SSW-Stumpfschweißmaschine, Bauart Sch 60/30 S.

Abb. 9
ıenberg-Stumpfschweißmaschine, Bauart St 150/St 400.

Abb. 12
Naht-Stumpfschmelzmaschine der Altonaer Maschinenfabrik Fischer.

Abb. 10
Ialbselbsttätige Stumpfschweiß-
n›schine SA 3 der Firma Elektrische Schweißmaschinen, G. m. b. H.

Abb. 11
Selbsttätige Kettenschweißmaschine der Firma Elektrische Schweißmaschinen, G. m. b. H.

Abb. 13
Fahrbare Stumpfschweißmaschinen-Anlage der GEFEI.

Hilpert: Neuere Widerstand-Schweißmaschinen

Punktschweißmaschinen

Abb. 14
GEFEI-Tischpunktschweiß-maschine, Bauart Pt.

Abb. 15
AEG-Punktschweißmaschine, Bauart Pu 8.

Abb. 16
AEG-Punktschweißmaschine, Bauart OP 10.

Abb. 19
SSW-Punktschweißmaschine, Bauart Sch 15/8 P.

Abb. 21
GEFEI-Punktschweißmaschine, Bauart P.

Abb. 23
SSW-Punktschweißmaschine, Bauart Sch 60/30 P.

Abb. 24
AEG-Punktschweißmaschine für Karosserien.

Abb. 25
Relais des AEG-Schweißstromreglers.

Abb. 26
AEG-Schweißstromregler.
a Zugspule *b* Haltespule *c* Ank

Hilpert: Neuere Widerstand-Schweißmaschinen

Nahtschweißmaschinen

Abb. 28
AEG-Nahtschweißmaschine,
Bauart OP 10.

Abb. 29
GEFEI-Nahtschweißmaschine,
Bauart P.

Abb. 30
SSW-Nahtschweißmaschine,
Bauart LQ 15/8.

Abb. 31
GEFEI-Nahtschweißmaschine, Bauart WASA.

Abb. 32
Sonnenberg-Nahtschweißmaschine, Bauart
PL 35/50.

Abb. 33
Doppel-
Nahtschweißmaschine
der GEFEI,
Bauart BIPARES.

Hilpert: Neuere Widerstand-Schweißmaschinen

Elektroessen

Abb. 35
GEFEI-Elektroesse, Bauart ELWA.

Abb. 36
GEFEI-Rohrwärmmaschine, Bauart ROHRLOCK.

Abb. 37
Elektrische Wärmmaschine für Radreifen von Lokomotiven und Wagen, Bauart Moll.

Abb. 38
Maschine zum Erhitzen von Federbunden, Bauart Moll.

Abb. 40
SSW-Nietwärmer mit Umlaufkühlung, Bauart M.

Abb. 41
GEFEI-Nietwärmer mit Siedekühlung, Bauart ELNOR.

Abb. 43
AEG-Nietwärmer mit Luftkühlung, Bauart N 20.

Getriebe in Umdrehung versetzt. Durch einen für
berspannungsstromkreis selbsttätigen Unterbrecher-
er in dem Getriebekasten wird der Schweißstrom
ne kurze Zeit unterbrochen, so daß die Schweißnaht
inzelnen dicht nebeneinandergesetzten Punkten be-
Alle der Erwärmung ausgesetzten Teile wer-
nmittelbar gekühlt. Bei Verdrehung der oberen
elektrode um 90° kann die Maschine durch ent-
enden Ersatz des Unterarmes leicht von einer
naht-Schweißmaschine in eine Quernaht-Schweiß-
ine umgebaut werden.

ie Nahtschweißmaschinen der GEFEI, Bauart c),
en nach dem Rollenschrittverfahren. Die Längs-
hweißmaschine, Bauart Wasa, Abb. 31, schweißt
stände mit größerer Nahtlänge. Das Werkstück
die Rolle wandert. Beachtenswert ist die Gleich-
g der Stromweglängen, da der Strom nicht un-
bar auf den Arm, sondern auf das Armende durch
Stromfeder übertragen wird, so daß die Rolle z. B.
einen Stromweg um so viel verlängert, wie sie den
verkürzt. Die über die zu schweißende Naht
ernde Rolle setzt selbsttätig in dichter Aufeinander-
jeweils stillstehend, Schweißpunkt an Schweißpunkt
ißt jede geschweißte Stelle stromlos unter Druck er-
. Zwischen den einzelnen Schweißpunkten ist der
ißstrom ausgeschaltet. Mit der Maschine kann man
ner Höchstleistung von 30 kVA bis zu 7 mm Gesamt-
dicke schweißen.

it der Sonnenberg-Nahtschweißmaschine, Bauart
50, Abb. 32, kann man große Nahtlängen schweißen.
ihrer großen Ausladung sind die Arme kräftig aus-
rt; der Oberarm ist starr angeordnet. Die Hub-
ung bei Betätigung der Maschine führt nur der
Elektrodenkopf aus. Den Schweißstrom regelt man
einen fünfzehnstufigen Steckerschalter. Durch ein
autes dreistufiges Vorgelege wird die Schweiß-
windigkeit geregelt.

bb. 33 zeigt die Doppelanordnung zweier Naht-
ißmaschinen der GEFEI, Bauart Bipares, zum
ißen der Böden an Fässern, von Radiatoren-
n usw. bei parallelen Nähten.

Elektroessen

pannt man zwischen die stromführenden Backen
Stumpfschweißmaschine statt zweier Stücke ein
nes ungeteiltes Werkstück, so erwärmt sich das
zwischen den Backen. Man erhält so die Elektroesse,
i billigem Strom das alte Schmiedefeuer mehr und
verdrängen wird. Das Werkstück wird bei der
oesse gleichmäßig von innen heraus wegen der Re-
igkeit des elektrischen Stromes auf jede gewünschte
ratur rauchlos erwärmt. Man arbeitet ohne Leerlauf-
te durch schnelles Aus- und Einschalten des Stromes.

Abb. 39
Elektrische Wärmmaschine der Maschinenbau-
anstalt Moll, A.-G., zum Erhitzen von Feder-
bunden für das Herausschlagen der Keile.
a_1, a_2 Transformatoren ederbund c_1, c_2, d_1, d_2 Backen
e_1, e_2, f_1, f_2 Unterspannungsleitungen der Backen.

Abb. 34
Erwärmvorrichtung der AEG.

Während man beim Schmiedefeuer mit einem Werkstoff-
verlust von rd. 8 vH Verzunderung und Verbrennung
rechnen muß, betragen die Verluste bei der Elektroesse nur
rd. 1 vH.

Da der Einspannbereich einer normalen Stumpf-
schweißmaschine begrenzt ist, hat die AEG eine Sonder-
vorrichtung, Abb. 34, gebaut. Zwei zwischen die Backen
der Stumpfschweißmaschine fest eingespannte Kupferklötze
tragen auf Kupferrohren längs verschiebbare Einspann-
vorrichtungen.

Als Elektroesse ist die Bauart ELWA der GEFEI,
Abb. 35 (Bildbl. 24), ausgebildet. Die Spannbacken sind
um rohrförmige Träger quer und längs verschieblich an-
geordnet, so daß sie sich genau auf verschiedene Längen
und Lagen der Erwärmungszonen einstellen lassen. Solche
Essen müssen der großen Wärmebeanspruchung wegen
kräftig durchgebildet und gut gekühlt werden. Die Esse
hat einen ölgekühlten Transformator, der außerdem noch
mit seiner Ölkühlung in einem Wasserbade liegt. Auch
die Spannbacken liegen mit ihrer Unterseite in einem
unter ihnen angeordneten Wassertrog. Die stromführen-
den Teile sind an eine Kühlwasserleitung angeschlossen.
Die Esse ist für eine Leistungsaufnahme von 50 bis
100 kVA zum Erwärmen von höchstens 8000 m² gebaut.

Die Bauart Rohrlok der GEFEI, Abb. 36, dient zum
Erwärmen von Rauch- und Siederohren vor der weiteren
Verarbeitung. Das Rohr liegt der einen Elektrode stumpf
an und wird von den Backen der andern gehalten. Mittels
Schlittenführung läßt sich der Erwärmungsbereich durch
das links angebrachte Handrad begrenzen. Die Maschine
ist fünfstufig regelbar, der Transformator liegt, ebenso
wie bei der vorher besprochenen Bauart, ölgekühlt in
einem Wasserbade. Die Maschine wird für eine Leistung
von 30 bis 75 kVA gebaut.

Zum Erwärmen großer Radkränze für Lokomotiven
und Eisenbahnwagen hat die Maschinenbauanstalt Moll,
A.-G., eine Wärmmaschine, Abb. 37, hergestellt. Der Trans-
formator ist als Drehstromtransformator ausgebildet
und wird, in ein Gefäß mit Öl eingebaut, in eine Grube
versenkt, so daß die wagerechten Schenkel der Elektroden
nur wenig über dem Erdboden stehen. Zur Kühlung des
Öles sind zwei Kühlwasserschlangen eingebaut. Infolge
der Anordnung der Elektroden ist eine gleichmäßige Be-
lastung des Drehstromnetzes erreicht, weil jede Phase nur
ein Drittel der Reifenmasse zu erhitzen hat. Die Maschine
hat eine Leistung von 175 kVA.

Die elektrische Federbund-Wärmmaschine der Ma-
schinenbauanstalt Moll, A.-G., Abb. 38 und 39, ist zum
Herausschlagen der Keile bestimmt. Auf der Unterspan-
nungsseite wird der umgespannte Strom dem zu erhitzenden
Federbund b, Abb. 39, durch die vier wassergekühlten
Kupferbacken c_1, c_2, d_1 und d_2 zugeführt, an die die
Unterspannungsleitungen e_1, e_2, f_1 und f_2 angeschlossen
sind. Der Strom erhitzt infolge der Anordnung zweier
Transformatoren a_1, a_2 nur je eine Langseite des Federbun-
des. Die Keilbefestigung wird dadurch gelockert. Mittels

Drucklufthammers läßt sich der Spannkeil dann nach Lösen der Einspannung gleich auf der Maschine herausschlagen, wobei sich der Federbund gegen Stützböcke anlehnt.

Nietwärmer

Eine Abart der Elektroesse ist der Nietwärmer, der sich heute schon allgemein zum Erwärmen von Bolzen und Nieten eingebürgert hat. Da die Nietwärmer im rauhen Werkstattbetrieb stark beansprucht werden, hat man sie zu guten, festen Maschinen ausgebaut, die leicht befördert werden können. Alle Bauarten müssen eine gute Kühlung aufweisen. Man hat diese Aufgabe verschieden gelöst.

Abb. 40 zeigt einen Nietwärmer der SSW mit Thermosiphonkühlung. Die untere Elektrode ist an einer senkrechten Führungsstange befestigt und läßt sich unabhängig von der Betätigung des Fußhebels für verschiedene Nietlängen einstellen. Zur Verstellung des Elektrodendruckes hat der Fußhebel ein verschiebbares Gewicht. Seitlich am Gehäuse des Nietwärmers ist ein Walzenschalter mit Handrad angebaut. Kennzeichnend ist die Anordnung der Kühllamellen, mit dem man eine gute Wärmeausstrahlung erreicht.

Die GEFEI baut ihren Nietwärmer mit Siedekühlung, Abb. 41, bei der man die Verdampfungswärme des Wassers ausnutzt. Die Elektroden und die stromführenden Teile werden zwar bis auf eine Temperatur von 100 ° erwärmt, können aber, solange das Wasser in den Gefäßen, die rd. 3 bis 5 l fassen, nicht völlig verdampft ist, nicht höher erwärmt werden. Die Elektroden sind daher in Hohlkörpern größerer Fassung eingebettet. Der Transformator ist luftgekühlt. Die oberen Elektrodengefäße kann man je nach der Nietgröße verstellen. Die beiden Transformatoren sind durch Scottschaltung, Abb. 42, für Drehstromanschluß eingerichtet.

Stufenschalter
Steckeranschluß für Drehstrom

Abb. 42
Scottschaltung des GEFEI-Nietwärmers.

Infolge der Luftkühlung ist der Nietwärmer vom Wa unabhängig und in der Beweglichkeit unbegrenzt. Einfrieren ist nicht möglich. Daher bauen auch die and Firmen mehr und mehr luftgekühlte Transformatoren.

Abb. 44 zeigt noch einen zweistelligen, l gekühlten Nietwärmer der Firma Elektrische Schw maschinen, G. m. b. H., in offener B art. Der Dreistellen-Nietwärmer Heinrich Sonnenberg A.-G., Abb. ist gleichfalls für Luftkühlung Drehstrom eingerichtet und hat jede Wärmestelle einen zehnstufig gelbaren Transformator.

Aus Raummangel konnte nur kleiner Teil der Stumpf-, Punkt-, N schweißmaschinen und Erhitzmaschi mit ihren Sonderbauarten gebr werden. Trotzdem wird vielleicht m cher überrascht sein, was auf die Gebiete schon geleistet worden Fraglos ist die Punktschweißmasch Nahtschweißmaschine und der Niet mer, sowie auch die Stumpfschw maschine für mittlere Querschnitte Technik schon allgemein zum Nu geworden. Der Einführung der Stu schweißmaschine für größere Q schnitte und auch besonders der E troesse steht aber häufig noch de manchen Stellen viel zu hohe St preis im Wege. Doch werden auch diese Maschinen mit der wegen ihrer hohen Vorzüge du setzen. [B 123

Abb. 44
Luftgekühlter Nietwärmer der Firma Elektrische Schweißmaschinen, G. m. b. H.

Abb. 45
Luftgekühlter Nietwärmer von Heinrich Sonnenberg, A.-G., Bauart E III.

Die Nietwärmer der AEG werden mit natürlicher Luftkühlung gebaut, Abb. 43. Die Unterspannungs-Stromführungsbänder sind in ihrer Oberfläche so bemessen, daß die Ohmsche Wärme ausstrahlen kann, ohne daß die Elektroden übermäßig erwärmt werden. Die Niete legt man wagerecht ein. Die Elektroden sind treppenartig ausgebildet, so daß man verschieden lange Niete ohne Verstellung verwenden kann.

Berichtigung

Erschütterungen im Straßenbahnbetrieb

Wie ich nachträglich erfahre, ist der Erschütteru messer, der in Abb. 10 meines Aufsatzes in Z. Nr. 4 S dargestellt ist, im Jahre 1906 von Prof. Dr.-Ing. Skut konstruiert worden, um die Beschleunigung von Pers wagen quer zur Fahrtrichtung aufzuzeichnen. Verg „Verkehrstechnische Woche" Bd. 5 (1911) S. 842.

[N 1300] Ph. Krom

Einzelheiten von Umkehrblockwalzwerken

Von Oberingenieur Friedrich Funke, Mülheim (Ruhr)

Antriebmotoren, Kammwalzgerüste, Kammwalzen, Zwischenspindel, Walzenständer, Einbaustücke der Oberwalzen, elektrische Anstell- und Gewichtausgleichvorrichtung, Blockkipper und weitere bemerkenswerte Einzelheiten der in Heft 7 S. 197 dargestellten Walzwerke für die August-Thyssen-Hütte, Hamborn, und für Phönix, Ruhrort.

Die Antriebmotoren der drei Blockwalzwerke, die in Heft 7 S. 197 dieser schrift beschrieben wurden, Gleichstrom-Umkehrwalzenmotoren mit 300 mt Drehmo- bei 60 bis 120 Uml./min, in bindung mit Umformeranla- sie haben gleiche Bauart Leistungen. Die unteren mwalzen sind mit den Dop- notoren durch Ortmann-Kupp- en verbunden, die bei den zwerken für die August- ssen-Hütte mittels Druckwas- ntriebes ausgerückt werden nen. Bei dem Walzwerk der kstraße III der Vereinigten lwerke, A.-G., August-Thys- Hütte, Hamborn[1]), ist noch Einrichtung getroffen, daß Schadhaftwerden der An- motoren das Walzwerk, dings mit etwas verminder- Leistung, auch durch den An- motor des danebenliegenden nm-Duo-Gerüstes angetrieben den kann. Für diesen Be- sfall wird eine Hilfswelle elegt, die mit der Welle des riebmotors des Gerüstes und unteren Walze des Block- zwerkes durch Ortmann- plungen verbunden ist.

Abb. 1
Kammwalzgerüst und Lagerung der oberen Spindel bei der Blockstraße Phönix.

Die Kammwalzgerüste, in denen die beiden mwalzen gelagert sind, sind vollkommen geschlossen, . 1. Der Unterteil (Trog mit Ständer), der Deckel die Lagereinbauten bestehen aus Gußeisen. Während Gerüste der beiden ersten Blockstraßen (August Thyssen-Hütte) durch kräftige Hammerkopfschrauben mit Sohlplatten verbunden sind, ist das für die letzte Straße (Phönix) freistehend, mit breiten Auflageflächen versehen, unmittelbar auf die Gründung aufgesetzt und mit dieser durch starke Anker verbunden. Die Rückdrücke, die von den Zahndrücken der Kammwalzen herrühren und bestrebt sind, das Kammwalzgerüst zu kippen, werden also nicht durch die Sohlplatten auf die Straße, sondern unmittelbar auf die Gründung übertragen.

[1]) Vergl. Heft 7 Tafel 2 Abb. 2 und 3.

Abb. 2
Walzenständer der Blockstraße III der August-Thyssen-Hütte.

Die Kammwalzen sind aus Schmiedestahl hergestellt, mit bearbeiteten Winkelzähnen versehen und laufen mit reichlich bemessenen Lagerzapfen in den mit Weißmetall ausgegossenen Einbaustücken. Bezüglich der Schmierung wurden beim Entwurf der Kammwalzgerüste die Erfahrungen der Hüttenwerke berücksichtigt. Die Kammwalzgerüste der Blockstraßen für die August-Thyssen-Hütte haben Fettschmierung und das für Phönix Ölschmierung. Die Zähne der Kammwalzen und der Lager werden bei diesem durch selbständige Ölströme, die durch besondere Pumpen erzeugt werden, geschmiert; beide Schmierstellen können auch gemeinsam betätigt werden. Die Einbaustücke der Lager tragen im Innern des Gerüstes Ölfänger, die durch Kupferringe gegen die Kammwalzen abgedichtet werden und damit verhüten, daß das für die Lager verwendete Öl in das Gerüst abfließen kann. Deckel und Trog des Gerüstes haben zur bequemen Wartung verschließbare Schau-, Reinigungs- und Schlammablaßöffnungen.

Die untere Kammwalze ist auf der Blockwalzenseite mit einer zweimal gelagerten Zwischenspindel verbunden, die mit Verschleißsternen an den Enden ausgerüstet ist, damit man bei einer etwa eintretenden Abnutzung nicht die ganze Spindel erneuern muß. Die obere Spindel, die die obere Kammwalze mit der verstellbaren Oberwalze verbindet, ist als Gelenkspindel mit beweglichen, aus harter Phosphorbronze bestehenden

Abb. 3 bis 6
Walzenständer einer 1550 mm-Blockstraße.

Steinen ausgebildet. Sie hat sich im Betriebe gut bewährt, da in jeder Schräglage der Spindel große Flächenberührung zwischen Walze und Spindel vorhanden ist, wodurch der spezifische Flächendruck und damit der Verschleiß gering gehalten wird. Die Traglagerschale der Spindel wird durch ein Gestänge gehalten, das auf der einen Seite gelenkig am Kammwalztrog und auf der andern Seite mittels Lenkers und kugliger Aufhängung am Einbaustück der oberen Blockwalze befestigt ist, Abb. 1 (s. a. Heft 7 Taf. 3 Abb. 12).

Die Walzenständer aus Stahlguß in geschlossener Bauart (Rahmenständer), Abb. 2 und 3 bis 6, sind kräftig gehalten und wiegen je 66 t. Sie sind oben durch kräftige Querstücke und Schrauben fest miteinander verbunden und stehen auf Sohlplatten aus Stahlguß, mit denen sie durch Schrumpfbänder und Schrauben sowie durch Keile, die sich gegen angegossene Nocken der Sohlplatte stützen, vereinigt sind. Walzenständer und Sohlplatte bilden somit ein geschlossenes, äußerst widerstandfähiges und starres Ganze. Die Walzen hat man in den Lagern der Einbaustücke, die in den Fenstern der Ständer untergebracht sind, gelagert, Abb. 7. Die Einbaustücke sind aus Stahlguß, die Lagerschalen aus Phosphorbronze hergestellt. Das untere Einbaustück liegt im Walzenständer auf. Der Verschleiß der seitlichen Lag schalenkragen wird bei diesem Einbau durch Nachste schrauben ausgeglichen, die das Einbaustück gegen d Walze drücken und damit diese seitlich genau festle

Die Einbaustücke der Oberwalzen können si auf und ab bewegen und sind durch Hängestangen m dem Querarm der Druckwasserzylinder für den Gewich ausgleich und der elektrischen Anstell- und Ausglei vorrichtung verbunden. Das Unterteil des ober Einbaustückes dient nur zum Tragen des halben Walz gewichtes und ist am Oberteil befestigt. Dem Verschle an den Lagerkragen des Einbaustückes und der Fü rungsleiste wird durch Längskeile begegnet, die dur Schrauben verstellt werden und eine gleichmäßige Na stellung sowie eine genaue Festlegung des Abstand zwischen Walze und Ständer ermöglichen. Zwischen d oberen Einbau und dem Walzenständer sind auswechs bare Verschleißleisten vorgesehen.

Abb. 7
Einbaustücke mit Lagerschalen der Blockstraße Phönix.

Abb. 8 und 9
Vorrichtung zur Sicherung der Walzenständer gegen Überlastung.
a, b Keile *c* Gegenkeil *d* Schrauben.

Zwischen dem oberen Einbaustück und der Druck-
aube ist eine Sicherheitsvorrichtung, Abb. 8 und 9,
n Überlastung des Walzenständers und der Walzen
eschaltet. Sie besteht aus zwei Keilen *a* und *b* mit
n Gegenkeil *c*, die durch Schrauben *d* zusammen-
lten werden. Bei zu starker Belastung werden die
auben zerrissen. Um beim Bruche das Umherfliegen
Splittern zu verhüten, ist die Sicherung ebenso wie
neuesten Brechtöpfe mit einem teleskopartig auszieh-
n Blechring umgeben. Diese Anordnung hat gegen-
Brechtöpfen den Vorteil, daß sich der zulässige
stdruck in engen Grenzen festlegen läßt.

Durch die seitlichen Öffnungen (Fenster) im Rahmen
en die Walzen ein- und ausgebaut. Um die Arbeit
rleichtern und auf das geringste Zeitmaß herab-
zen, hat man einen besonderen Wagen mit nied-
n Fahrgestell gebaut; an den Ständern sind Flächen *a*,
3, zur Auflage der hierbei notwendigen Träger vor-
nen.

Das Gewicht der Oberwalze wird bei den Walzwerken
August-Thyssen-Hütte durch vier Druckwasser-
der ausgeglichen, von denen je zwei oberhalb der
zenständer angeordnet sind. Die Tauchkolben der
nder stützen sich auf die Ständer. Die Querstücke
durch je zwei Hängestangen mit den oberen Einbau-
ken der Oberwalze verbunden. Von den vier Zylin-
führen Rohrleitungen zu einem besonderen Ge-
tsakkumulator. Die Oberwalze wird durch zwei
chstrommotoren von je 120 PS, die auf Konsolen an
Ständern aufgebaut sind, angestellt. Sie treiben über
rad und Schneckenvorgelege die Druckschrauben
einer Geschwindigkeit von 85 mm/s an. Nach Er-
en der Höchststellung der Oberwalze schaltet ein
schalter die Antriebmotoren selbsttätig aus. Um die
n Axialdrücke der beiden Schneckenwellen auf-
hmen und zur Verminderung der Reibungswiderstände,
jede Schneckenwelle mit einem Kugeldrucklager
erüstet; aus demselben Grunde sind unterhalb
beiden Schneckenräder Kugellager angeordnet. Mittels
Magnetbremse zwischen Motor und Stirnradvor-
re kann man die Druckschrauben in kürzester Zeit
eilen.

Die elektrische Anstellung für die Druckschrauben
der Gewichtsausgleich der Oberwalze durch Druck-
er ist für einen Arbeitshub von 550 mm bemessen.
ls einer Zeigervorrichtung, die oben am Gerüst in
Mitte angebracht ist, und die von dem ersten Antrieb-
lege aus betätigt wird, können die einzelnen
ungen sowie der Hub der Oberwalze genau an einem
rblatt abgelesen werden. Außerdem sind durch eine
an den Walzenständern angebrachte Bühne mit
e die Motoren und alle Teile der Anstellvorrichtung
des Gewichtsausgleichs schnell und bequem zugäng-

Bei dem Walzwerk für Phönix verstellt man die
walze durch eine e l e k t r i s c h e A n s t e l l - u n d
i c h t s a u s g l e i c h v o r r i c h t u n g. Um die
walze *a*, Abb. 10[2]) mit dem Einbaustück *b* und
Brechtopf *c* durch die Druckspindel *d* mit der
kmutter *e* im Walzenständer *f* verstellen zu kön-
muß durch den Gewichtsausgleich die Walze *a*
en Zwischenstücken *b* und *c* in Zwangschluß mit
Druckspindel *d* gehalten werden, auch wenn sich

[2]) Vergl. Heft 7 Tafel 3 Abb. 10.

Abb. 10
Walzengerüst der 1150 mm-Umkehrblockstraße der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Phönix, Duisburg-Ruhrort.

a Oberwalze
b Einbaustück
c Brechtopf
d Druckspindel
e Druckmutter
f Walzenständer
h Schnecke
i Schneckenrad
k Vierkant der Druckspindel
l hohle Schraubenspindel
m Bügel
n Federn
o Stangen
p Kugeldrucklager
q Ständerhaube

das Walzgut nicht zwischen den Walzen befindet. Der Antriebmotor wirkt daher durch die Schnecke *h* und das Schneckenrad *i* auf den Vierkant *k* der Druckspindel *d* und dreht diese je nach Umlaufrichtung des Elektromotors nach unten oder oben. Dabei schraubt sich auch die mit dem Schneckenrad *i* fest verbundene hohle Schraubenspindel *l* mit gleicher Steigung aber entgegengesetztem Gewinde wie die Druckspindel *d* durch den Bügel *m*, an dem mittels Federn *n* und durch Stangen *o* das Einbaustück *b* aufgehängt ist. Die Oberwalze *a* wird demnach durch die Druckschraube *d* aufwärts, durch die Hohlspindel *l*, den Bügel *m* und die Zugstangen *o* abwärts bewegt. Dieser Gewichtsausgleich, der sich bei über 120 Ausführungen bewährt hat, hat im Vergleich mit dem ebenfalls zuverlässigen Druckwasserausgleich den Vorzug der wesentlich niedrigeren Anlagekosten, da eine Druckwasseranlage mit Pumpe, Druckspeicher, Rohrleitungen und selbsttätiger Anlaßvorrichtung, wozu mitunter noch eine Wasserreinigungsanlage treten muß, nicht erforderlich wird. Bei der elektrischen Anstell- und Ausgleichvorrichtung kann man sämtliche Triebwerkteile staubdicht abschließen; sämtliche Teile sind leicht zugänglich, beide Walzenständer können gleich durchgebildet werden, so daß nur ein Ständer in Bereitschaft zu halten ist.

Die Druckschraube *d* ist vollkommen entlastet, da sie mittels des Vierkantes *k* gleitend in dem Schneckenradkörper liegt. Das Eigengewicht der Oberwalze *a* wird durch Einbaustück *b*, Hängestangen *o*, Federn *n*, Bügel *m* und Hohlspindel *l* auf das Schneckenrad *i* übertragen, das zwecks leichterer Bewegung mittels Kugeldrucklager *p* und Haube *q* auf dem Walzenständer *f* ruht. Ober- und Unterspindel sind gegeneinander im Gewinde geschlossen gehalten, so daß Druckspindel und Einbaustück die gleiche Bewegung ausführen.

Abb. 11 bis 15
Blockkant- und Verschiebevorrichtung für die beiden Blockstraßen der August-Thyssen-Hütte.

Schnecke h und Schneckenrad i laufen teilweise in Öl in einem öldicht gekapselten Gehäuse der Ständerhaube q. Die Schneckenwellen sind durch Getriebe mit der Welle der Antriebmotoren, 120 PS-Elektromotoren, verbunden. Zum genauen Einstellen der Druckspindeln sind die Kupplungen zwischen den Motoren und der Antriebwelle als Bremsscheiben ausgebildet, auf die elektromagnetische Luftbremsen wirken. Beim Schadhaftwerden eines der Anstellmotoren kann dieser abgekuppelt werden, so daß man die Verstellvorrichtungen auch durch einen Elektromotor allein antreiben kann.

Um das Walzgerüst läuft auch hier eine Bedienungsbühne, die über eine Treppe vom Flur aus zugänglich ist; außerdem ist noch eine besondere Bühne für die Bedienung der Gewichtsausgleichvorrichtung eingebaut.

Die Kippstühle oder Blockkipper haben die Aufgabe, den Rohblock, der im Zangenkran von den Tieföfen hängend ankommt, aus der aufrechten Stellung umzukippen und auf die Rollen des Zuführrollgangs aufzulegen. Damit der Block von den ersten Rollen erfaßt wird, ist seine Rückwand mit entsprechenden Aussparungen versehen. Der Boden des Kippers ist auswechselbar und hat Öffnungen, damit der Blocksinter durchfallen kann.

Die Blockkipper in der August-Thyssen-Hütte haben Druckwasserantrieb, wobei die Tauchkolben mittels Zahnstange auf Segmentritzel der Kipperwelle wirken; in der Anlage Phönix haben sie elektrischen Antrieb. Auf die beiden Kipperwellen arbeitet ein 40 PS-Elektromotor, u. zw. unter Zwischenschaltung eines Schnecken- und Kurbeltriebes auf das Segmentritzel der einen Welle, in das ein Segmentritzel auf der andern Welle eingreift. Die Kupplung zwischen Elektromotor und Schneckengetriebe enthält e[ine] elektromagnetische Bremse.

Die Abmessungen aller Rollenzapfen der Rollgän[ge] sind reichlich gewählt, damit der Verschleiß der Lag[er]schalen möglichst gering ist und ein guter Eingriff [der] gefrästen, aus Schmiedestahl bestehenden Kegelräder [er]halten bleibt. Sämtliche Rollen der beiden ersten Stra[ßen] bestehen aus Stahlguß und haben durchgehende [ein]geschrumpfte Achsen.

Die Umfangsgeschwindigkeiten sämtlicher Rollen [der] Rollgänge sind sehr hoch gewählt, um die Arbe[its]geschwindigkeit und damit die Erzeugung zu steigern. [Die] Antriebrollgänge der Straße für Phönix sind mit vol[len] Rollen versehen. Die Betriebsleitung hat diese Konstr[uk]tion den auf Achsen aufgekeilten Rollen vorgezogen, [da] bei diesen immerhin die Möglichkeit vorliegt, daß sich [in]folge des fortwährenden Umschaltens der Rollgänge [die] Keile lockern und die Rollen lösen, was bei vollen Rol[len] unter allen Umständen ausgeschlossen ist.

Auch bei den Nebenantrieben der Blockstraßen ist [dar]auf geachtet, daß infolge Schadhaftwerdens eines Mot[ors] kein längerer Stillstand auftritt. Sämtliche Einricht[un]gen haben zwei Motoren, von denen der eine Motor au[ßer] Betrieb in Bereitschaft steht. Bei Schadhaftwerden, z[. B.] eines Rollgangmotors, ist der Stillstand des Rollga[ngs] sehr kurz, da man die Möglichkeit hat, den ausgefalle[nen] Motor abzukuppeln und den bereitstehenden Aushi[lfs]motor mit einer von Hand betätigten Ratsche und Spi[ndel] in einigen Minuten anzukuppeln.

Die Kegelradantriebe der Arbeitsrollgänge vor [und] hinter den Walzen sind wegen der engen Rollenteilun[g]

s und links des Rollgangs angeordnet. Für jeden
tsrollgang sind zwei Antriebvorgelege mit je zwei
ren (mit Ausnahme eines Vorgeleges) von 120 und
'S eingebaut. Durch Einrücken einer Kupplung
jedoch auch von einer Vorgelegeseite aus der ganze
tsrollgang mit einem Motor getrieben werden, so daß
ie Arbeitsrollgänge dreifacher Ersatz vorhanden ist.
)ie Antriebe sind auch während des Betriebes leicht
iglich; sie sind nicht mit Plattenbelag abgedeckt,
rn liegen in etwa 2 m tiefen Laufkanälen, die mit
der umgeben sind und über Treppen erreicht werden.
n die Arbeitsrollgänge sind schnell arbeitende Ver-
be- und Kantvorrichtungen eingebaut, die zu einem
Walzbetrieb beitragen und die Erzeugung wesent-
erhöhen. Die Verschiebevorrichtung besteht aus je
Führungswangen vor und hinter der Walze. Die
ingswangen sind mit den Verschiebeschlitten ge-
verbunden und haben Verschleißleisten. In den
ingswangen befinden sich Tragrollen, die auf aus-
ielbaren Führungsleisten laufen, Abb. 11. Die
nen Führungswangen werden durch je einen Motor
0 und 75 PS angetrieben, der über Schnecken- und
radvorgelege oder nur Stirnradvorgelege auf das Zahn-
ritzel wirkt.

ie auf einer Seite des Rollgangs liegenden An-
orgelege der Führungsleisten der Blockverschiebe-
htung sind miteinander durch eine Welle ver-
n, so daß die entsprechenden Leisten vor und
der Walze stets die gleiche Stellung zueinander
Hierdurch wird ein Anstoßen des aus der Walze
nden Stabes gegen die Verschleißleisten sicher aus-
lossen; bei Aussetzen eines Verschiebemotors kann
dre die beiden Verschiebevorrichtungen antreiben.

Die Schlitten der Blockverschiebevorrichtungen stoßen bei zu weitem Zurückfahren gegen einen federnd angeordneten Puffer. Die vorderen Teile der Verschleißleisten, die dicht an die Walzen herangehen, sind hinten gelenkig und vorne gegen die Walzen zu durch Schrauben und Pufferfedern mit den Führungswangen verbunden, so daß die Leisten beim Anstoßen an die Walzenständer weder verbogen noch gebrochen werden können. Beim Wiedereinfahren der Verschiebewangen werden die gegen die Ständer gefahrenen und zurückgebogenen Zungen durch die Feder selbsttätig wieder in die richtige Lage zurückgeschnellt.

In den Blockwalzwerken der August-Thyssen-Hütte, Blockstraße III, und Phönix, Duisburg-Ruhrort[3]), sind nur hinter den Walzen und in dem der August-Thyssen-Hütte, Blockstraße I[4]), vor und hinter den Walzen K a n t v o r r i c h t u n g e n eingebaut, die die Blöcke um 90° drehen. Die Führungen haben zu diesem Zwecke je vier Aussparungen für die Kanthebel. Die Kanter werden durch 40 PS-Motoren angetrieben, die über ein Schnecken- und Kurbelgetriebe auf den Verstellhebel der Kanterwelle wirken, Abb. 11 bis 15. Die Zacken der Kanter treten zwischen den Rollen hervor, fassen den Block an der unteren Kante und heben und kippen ihn, worauf er durch Verfahren des Verschiebeschlittens vor das nächste Kaliber gebracht wird. Mit der Verschiebe- und Kantvorrichtung kann man u. a. krumm aus den Walzen kommende Blöcke nach Kanten durch völliges Zusammenschieben der Führungsleisten genau richten, so daß sie bei dem nachfolgenden Stich sich gut in die Walzen einführen lassen, Abb. 16.

[3]) Vergl. Heft 7 Tafel 2 und 3.
[4]) Vergl. Heft 7 S. 198 und 199 Abb. 4 bis 6.

Abb. 16
Verschiebevorrichtung beim Richten eines Blockes.

Auf die Entsinterung der Walzwerke, d. h. die Entfernung des beim Walzen abspringenden Sinters, ist große Sorgfalt verwendet worden. In den Gründungen der Walzwerke sind gleichlaufend mit den Walzen vier oder fünf Kanäle unter den Blockgerüsten und den Arbeitsrollgängen angeordnet, in die Ausläufer von trichterförmigen Gründungsaussparungen münden. Unter den Ausläufern stehen Zunderwagen auf Gleisen, die durch ein Spill auf eine elektrisch betriebene Schiebebühne gezogen werden. Das Spill steht auf der Plattform der Schiebebühne und wird von dessen Fahrmotor angetrieben. Die Schiebebühne läuft in einem Kanal, d in Walzrichtung gelegt ist und sämtliche senkrecht ihm laufende Kanäle miteinander verbindet. Sie brin die Sinterwagen unter eine Öffnung, durch die sie mitt eines Kranes über Hüttenflur gebracht werden.

Die Anordnung der Zuführrollgänge, Verlängerung rollgänge usw. geht aus Taf. 2 und 3 in Heft 7 hervor. D Lager der Zufuhr- und Verlängerungsrollgänge sind n Bronzeschalen versehen und für Fettschmierung eingeric tet, die der schneller laufenden Scherenrollgänge haben doch Ringschmierlager. Diese Lager haben zweiteili Schmierringe, die auf den Rollenachsen festgeklemmt sir Das von den Schmierringen aus den Ölkammern mitgeno mene Öl wird durch lose auf den Schmierringen liegen Abstreifer verteilt. Sämtliche Rollen werden durch e gekapselte Kegelräder aus Stahlguß mit geschnitten Zähnen, die in einem Ölbad laufen, angetrieben. Die U fangsgeschwindigkeiten der Rollgangrollen sind hoch wählt, um die Arbeitsgeschwindigkeiten und damit die I zeugung zu steigern. Sie sind so festgelegt, daß Blöcke von und zu den Walzen rascher befördert werd als sie das Walzwerk selbst bei angestrengtem Betr anfordert.

Die verschiedenen Antriebmotoren der Walzwe werden von einer hochgelegenen, in der Nähe der Wal hinter der Straße angeordneten Hauptsteuerbühne bedient. Bei dem ersten Blockwalzwerk für die Aug Thyssen-Hütte sind außerdem noch drei Steuerbühnen u zwei Steuerstände eingebaut. Je eine Steuerbühne findet sich in der Nähe der Scheren und eine weit am Rollgangende vor der Straße. Die Steuerstände s an den Enden der Rollgänge vor und hinter der Str angeordnet. Auf diesen befinden sich sämtliche Steu hähne für die Druckluft-Fernsteuerung der Druckwas antriebe. [B 723

Herstellung großer Bronzeblöcke

Während man bei Stahlblöcken infolge des Verlangens der Technik nach schweren Schmiedestücken bereits an die äußerste Grenze des Möglichen gegangen ist, ist bei Nichteisenlegierungen die bisherige Größe der Blöcke lediglich durch mangelnden Bedarf an schweren Blöcken bestimmt gewesen, nicht etwa durch Schwierigkeiten in der Herstellung. Die laufend hergestellten Aluminiumbronzeblöcke wiegen im allgemeinen 90 bis 225 kg entsprechend den Abmessungen der Stangen und Bleche. Wenn nun auch vereinzelt größere Blöcke für Schmiedestücke gegossen wurden, so lagen doch noch keine großen Erfahrungen über das Gießen solcher Blöcke vor.

Die Naval Gun Factory[1]) ließ zu Versuchszwecken sechs Blöcke aus Aluminiumbronze im ungefähren Gewicht von je 6800 kg in der Zusammensetzung: 88 vH Cu, 9 vH Al, 3 vH Fe gießen. Das Metall wurde in 32 Tongraphittiegeln in mit Kohlen gefeuerten Tiegelöfen geschmolzen. Zuerst wurde das Kupfer geschmolzen, mit einer Lage Holzkohlen bedeckt und dann durch Zugabe von geringen Mengen Mangankupfer (50 : 50) desoxydiert; dann wurde die Hälfte des Aluminiums zugegeben und, nachdem es geschmolzen war, wurde das Eisen, bestehend aus reinen, vorher auf 540 ° bis 650 °C erwärmten Blechen zugefügt. Während das Eisen schmolz, setzte man den Rest Aluminium zu.

Drei Blöcke wurden zuerst in Gußeisenformen vergossen und dann nochmals umgeschmolzen, die andern drei Blöcke wurden ohne Umschmelzen vergossen. Der Gesamtinhalt der 32 Tiegel betrug 6853 kg. Zwei feuerfest ausgemauerte Gießpfannen, eine mit 3 t und eine solche mit 6 t Inhalt, wärmte man vor und goß den Inhalt von sechs Tiegeln in die kleine Pfanne und von dieser in die große Pfanne um. Man wollte durch dieses Verfahren ein Einfrieren des Stopfens der großen Pfanne vermeiden. Die Metalltemperaturen betrugen zwischen 1115 ° und 1150 °C. Dann ließ man die Pfanne 6 min abstehen und begann mit dem Gießen, das 8 min dauerte. Die Gießtemperatur betrug anfänglich 1082 °C und am Ende des Gießens 1077 °C. Drei bis fünf Minuten nach dem Gießen wurden noch zwei Tiegel nachgegossen und dann die Oberfläche mit Holzkohlen bedeckt. 25 min später wurde die Holzkohle entfernt, der letzte Tiegel nachgegossen und die Oberfläche wieder mit Holzkohlen bedeckt; 20 min später war das Metall erstarrt. In dem 863 mm hohen verlorenen Kopf war ein 280 mm ti Lunker und weitere 229 mm tief war er porös. Die se Blöcke wiesen folgende Zusammensetzung auf:

Schmelzen Nr.	Aluminium vH	Eisen vH	Kupfer vH
7 980-N	8,67	3,30	88,05
8 669-N	9,12	3,18	87,60
9 183-N	8,42	3,21	88,33
82-P	8,75	3,17	88,10
1 041-P	8,93	3,31	87,77
1 512-P	9,07	3,22	87,70

Die Oxydschicht des Blockes drehte man der gan Länge nach ab; aus dem Block stellte man Schmiedestü aller Art bei 895 ° bis 915 ° Schmiedetemperatur her.

Die mittleren Festigkeitszahlen aus 38 Zerreißv suchen an zylindrischen, aus den Blöcken hergestel Schmiedestücken betrugen:

	Fließgrenze kg/mm²	Bruchfestigkeit kg/mm²	Dehnung a 50 mm Län vH
Kleinste	21,1	52,8	22,8
Größte	31,5	61,1	41,3
Durchschnitt . . .	24,3	56,67	33,8

Zum Vergleich sind nachstehend noch die Durchschn werte von 74 Zerreißversuchen angegeben, die die Un suchung von 250 mm dicken Blöcken, aus der gleichen gierung hergestellt, ergaben:

	Fließgrenze kg/mm²	Bruchfestigkeit kg/mm²	Dehnung a 50 mm Län vH
Kleinste	21,9	51,4	22,0
Größte	32,5	65,7	41,3
Mittlere	26,1	56,7	33,8

Die Festigkeitseigenschaften hängen in hohem M von der Endarbeitstemperatur beim Schmieden ab, na lich auch von der Art des Schmiedens — ob mit Pre oder Hämmern — und von der Form und Dicke der schmiedeten Gegenstände. [N 1148] Stec

[1]) „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 1577.

Kesselspeise-Kreiselpumpen für Hochdruck-Dampfanlagen

Von Dir. G. Weyland, Frankenthal

Heißwasser-Kesselspeisepumpen; Berechnung der Zulaufhöhe; Zweckmäßige Konstruktion; Heißwasserpumpen für Großkraftwerke; Einführung von heißem Kondensat in die Hochdruckstufe der Speisepumpe.

Beim Bau von neuen Dampfanlagen mit hohem Druck strebt man nach einer möglichst hohen Vorwärmung des Speisewassers. Wird das Speisewasser erst rgewärmt, nachdem es die Speisepumpe verlassen hat, so nn man gewöhnliche Pumpen verwenden. Man muß je-:h sämtliche Armaturen und Vorwärmer wegen ihres ömungswiderstandes für einen höheren Druck als den sseldruck ausführen, was oft kostspielig ist. Ordnet n dagegen die Vorwärmung vor der Pumpe, zwischen en einzelnen Stufen oder im Innern der Pumpe an, oder wendet man zwei dieser Vorwärmverfahren zu glei-r Zeit, dann braucht man jeden Vorwärmer nur für en Betriebsdruck zu bemessen, der um 2 bis 5 at höher als der Druck, der der höchsten Vorwärmtemperatur spricht. Dagegen muß die Pumpe für Heißwasserför-rung besonders entworfen werden. Auch die Wahl des rkstoffes der Pumpe hängt von der Höhe der Wasser-nperatur ab[1]).

Bei Speisewassertemperaturen von 100° und darüber ssen geschlossene Speisewasserbehälter vorhanden sein, nit das Verdampfen des Speisewassers verhindert wird. se Speisewasserbehälter müssen erhöht aufgestellt wer-, damit sie eine genügende Zulaufhöhe zur Pumpe er-en. Der Druck am Eintritt in das erste Laufrad der mpe muß höher als der entsprechende Dampfdruck sein. er niedriger, so tritt Verdampfung ein und die Pumpe sagt. Der Druck am ersten Laufradeintritt ist:

$$p = p_t + H - \left(\Sigma W + \frac{c^2}{2g}\right);$$

p_t = Dampfdruck am Austrittstutzen des Speisewasserbehälters,

H = Zulaufhöhe vom Wasserspiegel im Behälter bis Mitte Pumpe,

ΣW = Summe aller Widerstände vom Speisewasserbehälter bis zum Laufradeintritt,

$\frac{c^2}{2g}$ = Geschwindigkeitshöhe am Laufradeintritt.

Der Ausdruck $H - \left(\Sigma W + \frac{c^2}{2g}\right)$ muß größer sein als u, d. h. die Summe der Strömungswiderstände vom psewasserbehälter bis zum Laufradeintritt und der Geschwindigkeitshöhe muß kleiner sein als die Zulaufhöhe.

Damit die notwendige Zulaufhöhe nicht zu groß wird, man bestrebt sein, $\Sigma W + \frac{c^2}{2g}$ klein zu erhalten, was urh nicht zu lange, aber sehr weite Zulaufleitungen und roen Laufradeintritt erreicht wird. Wo aus örtlichen rnden die Zulaufhöhe sehr beschränkt ist, kann man rh besonders ausgebildete Laufräder den Wert $\frac{c^2}{2g}$ herab-en.

Die Zulaufhöhe soll immer mindestens um 1,5 bis 2 m, besser noch größer sein als $\left(\Sigma W + \frac{c^2}{2g}\right)$. Das gleiche gilt, wenn eine Speisepumpe warmes Wasser aus einem unter Unterdruck stehenden Behälter, z. B. aus einem Mischvorwärmer, saugen muß. Scharfe Krümmungen und ebensolche Übergänge in den Zulaufleitungen müssen vermieden werden. Durch örtliche Störungen der Stromlinien kann leicht lebhafte Dampfbildung entstehen, die die Leistung der Pumpe verringert oder sie vollständig zum Versagen bringen kann.

Bei einer Dampfanlage, in der das Speisewasser vor dem Eintritt in die Speisepumpe vorgewärmt wird, fördert eine besondre Vorwärmpumpe das Speisewasser vom Behälter durch die in Stufen hintereinander angeordneten Dampfvorwärmer zur Speisepumpe. Das Speisewasser tritt hochvorgewärmt unter entsprechendem Druck in die Speisepumpe ein. Die Stopfbüchsen einer solchen Pumpe müssen besonders durchgebildet werden, weil bei hohen Temperaturen und Drücken sowie bei höheren Drehzahlen der Pumpenwelle gewöhnliche Stopfbüchsen nicht betriebsicher sind und schlecht dicht halten, selbst wenn besondere Packungen verwendet werden. Das austretende Leckwasser geht infolge der Entspannung an der freien Luft sofort teilweise in Dampf über und ruft, abgesehen von den Wärmeverlusten, sehr lästige Schwaden hervor.

Da die Stopfbüchsenpackung nur schwach auf die schnell umlaufende Pumpenwelle gepreßt werden darf, damit schneller Verschleiß der Welle und der Packung sowie zu großer Kraftbedarf vermieden werden, muß man die Stopfbüchsen entlasten.

Gut bewährt hat sich für Heißwasser-Kreiselpumpen die Stopfbüchse, deren Bauart aus Abb. 1[2]) ersichtlich ist. Das heiße Wasser der Kammer *a* muß auf dem Wege zur Stopfbüche *b* durch den Drosselspalt *c* fließen. Die Drosselbüchse *d* ist sehr lang, und damit das Wasser nur mit geringer Geschwindigkeit durchfließen kann, ist das radiale Spiel der Welle sehr klein bemessen. Diese Drosselbüchse wird im Raum *e* vom Wasser umspült, das das Leckwasser abkühlt. Übermäßige Abkühlung des heißen Wassers im Raum *a* verhindert der Luftraum *f* zwischen den Räumen *a* und *e*, der auch mit schlechten Wärmeleitern gefüllt werden kann. Längs des Drosselspaltes vom Raum *a* bis zur Stopfbüchse *b* herrscht also ein Temperaturgefälle. Bei dieser Ausführung, die auch bei hoch erhitztem Wasser einwandfrei arbeitet, sind die Arbeitsbedingungen der Stopfbüchse die gleichen, wie bei einer Niederdruck-Kaltwasserpumpe. Zum Abdichten der Stopfbüchse kann man gewöhnliche Baumwollpackung verwenden.

Solche Turbospeisepumpen haben sich z. B. im Großkraftwerk Klingenberg gut bewährt, s. Abb. 2.

Eine Vereinfachung derartiger Speiseanlagen erreicht man, wenn man Vorwärm- und Speisepumpe zusammen-

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 324.

[2]) DRP Nr. 448 231 und Auslandpatente.

Abb. 1
Kesselspeisepumpe für Hochdruck und Heißwasser von Klein, Schanzlin & Becker, A.-G., Frankenthal, Pfalz.

a Heißwasserkammer
b Stopfbüchse
c Drosselspalt
d Drosselbüchse
e Kühlwasserraum zum Abkühlen des Leckwassers
f Luftraum

baut, Abb. 3 und 4[2a]), wobei die ersten Stufen die Arbeit der Vorwärmpumpe und die letzten Stufen die Arbeit der Speisepumpe versehen. Eine solche Anlage ist übersichtlicher und in der Anschaffung sowie im Betrieb billiger als zwei getrennte Pumpen.

Die Saugseite dieser Pumpe kann mit der üblichen Stopfbüchse versehen werden, weil das Speisewasser, das mit geringem Gefälle dem Stutzen *a* zuläuft, weniger als 100 ° hat. Bis zum Stutzen *b* wird der Druck des Speisewassers durch eine oder mehrere Stufen erhöht, und zwar derart, daß der Druck an dieser Stelle um einige Atmosphären höher ist als der der höchsten Vorwärmtemperatur entsprechende Dampfdruck. Von *b* aus fließt das Speisewasser durch die in Stufen hintereinander angeordneten Vorwärmer und tritt mit einer sehr hohen Temperatur beim Stutzen *c* wieder in die Pumpe. Infolge der Durchflußwiderstände der Vorwärmer ist der Druck jetzt niedriger als beim Austritt aus dem Stutzen *b*, aber immer noch höher als der Dampfdruck. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß beim Wiedereintritt des erhitzten Wassers an dem Stutzen *c* eine Stopfbüchse entbehrlich wird.

Abb. 2
Turbospeisepumpen im Großkraftwerk Klingenberg.

Besondre Aufmerksamkeit ist den Kammern vor der Stopfbüchse auf der Druckseite zuzuwenden, da hier hohe Drücke und Temperaturen herrschen. Der Axialschub der Kreiselpumpen wird durch die bekannten hydraulischen Entlastungsscheiben aufgehoben. Dabei entsteht die Notwendigkeit, die Temperatur des Spaltwassers hinter der Entlastungsscheibe zu vermindern, damit man es wieder in den Saugraum der Pumpe zurückführen kann. Zu diesem Zweck entnimmt man einer Stufe des Vorwärmteiles der Pumpe Wasser von höherem Druck, als im Raume *e* herrscht. In vorliegendem Fall ist an den Stutzen *b* der Pumpe eine Rohrleitung angeschlossen, die dieses mäßig vorgewärmte Wasser in eine Kammer neben dem Spaltraum *e* der Entlastungsscheibe einführt. Von da spritzt das Kühlwasser durch kleine am Umfang angeordnete Bohrungen *f* in die Kammer *e*, die unter dem gleichen Druck wie der Zulaufstutzen *a* steht, da sie mit ihm durch ein weites Rohr verbunden ist.

Abb. 3
Vereinigte Vorwärm- und Speisepumpe.

Durch das eingespritzte Wasser wird das hinter der Entlastungsscheibe austretende Wasser abgekühlt. Das Gemisch fließt durch ein Rohr *g* in den Zulaufstutzen *a* oder in den Speisewasserbehälter zurück. Diese Anordnung verhütet, daß sich Dampf hinter der Entlastungsscheibe bildet, was sonst infolge der Entspannung des heißen Entlastungswassers im Raume *e* eintreten würde. Da der Raum *e* durch die Leitung *g* mit dem Saugraum der Pumpe verbunden ist, könnte die Dampfbildung die Pumpe zum Versagen bringen. Auch Wärmeverluste sind mit der Abkühlung des Entlastungswassers durch das eingespritzte Wasser nicht verbunden.

Das Einspritzwasser muß reines, entlüftetes Destillat sein, worauf man besonders achten muß, wenn man das Wasser einer besonderen Quelle entnimmt. Zum Abkühlen des Spaltwassers kann man auch einen besonde[ren] Röhrenkühler verwenden. Das Kühlmittel ist dann zwec[k]mäßig das noch nicht vorgewärmte oder erst mäßig warm[e] Speisewasser. Bei beiden Anordnungen geht keine Wärm[e] verloren. Die Stopfbüchse auf der Druckseite ist vo[ll]kommen vom Druck entlastet und hat nur gegen mäß[ig] warmes Wasser abzudichten. Die in Abb. 5 dargestell[te] Anlage mit Pumpen dieser Art ist für das Elektrizitätswe[rk] Charlottenburg ausgeführt worden.

Eine bemerkenswerte Speisepumpenanlage für 100 at Kessel wird zur Zeit für das Großkraftwerk der Sta[dt] Mannheim[3]) ausgeführt; in die Speisepumpe tritt Ko

[2a]) DRP Nr. 424 793.

[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1591.

Abb. 4
Vereinigte Vorwärm- und Speisepumpe.

a Zulaufstutzen der Vorwärmpumpe
b Druckstutzen " "
c Zulaufstutzen " Speisepumpe
d Druckstutzen " "
e Spaltraum
f Einspritzbohrungen
g Rückführungsrohr

Abb. 5
Speisepumpenanlage für das Elektrizitätswerk Charlottenburg.

Abb. 6
Einführung von Kondensat von 93 at und 305 °C in die Hauptspeisepumpe im Großkraftwerk Mannheim.

…sat von 300 bis 305 ° und rd. 93 at Überdruck aus …sserabscheidern unter Ausnutzung des Druckes ein und …d unmittelbar in die Hochdruckkessel gefördert. Die …rdnung ist aus Abb. 6 ersichtlich.

Der hoch überhitzte Frischdampf von rd. 100 at Über…ck wird, bevor er in die Vorschaltturbine gelangt, dazu …utzt, den nahezu gesättigten Abdampf dieser Turbine …überhitzen, wobei sich der Frischdampf abkühlt. Das …bei anfallende Kondensat wird der 7. Druckstufe der …ptspeisepumpe zugeführt. Dadurch wird die Temperatur des Speisewassers von 200 ° in der 7. Stufe auf rd. 220 ° beim Austritt erhöht. An der Mischstelle ist der Druck so groß und die Geschwindigkeitshöhe so gering, daß sich innerhalb der Pumpe keine Dämpfe bilden können.

Die Turbospeisepumpen werden unmittelbar von Dampfturbinen angetrieben und fördern bei rd. 5000 Uml./min bis zu 90 t/h Speisewasser von 200 °. Der Druck am Druckstutzen der Pumpe beträgt 110 at. Die Leistung der Pumpen kann selbsttätig durch Drehzahländerung in weiten Grenzen geregelt werden. [B 1102]

Kleine Mitteilungen

…raftgas aus Abwasser-Kläranlagen

In der Nähe von Birmingham, England, ist seit Ende …ember 1927 eine Elektrizitäts-Erzeugungsanlage im …rieb, die sich aus einer normalen Gasmaschine von …PS und einem 100 kW-Wechselstromerzeuger für 4000 V …nung zusammensetzt. Zum Speisen der Gasmaschine …e ein Gas, das aus einer Vorkläranlage mittels 144 auf …m Klärschlamm schwimmender Gassammler gewonnen …d und zu 67 vH aus Methan, 30 vH aus Kohlensäure und …v aus Stickstoff besteht. Die Vorkläranlage faßt rd. …00 m³. Die Gassammler aus Eisenbeton sind 6 m lang …4 m breit und haben die Form eines Floßes, dessen …rechte Seitenwände je 60 cm nach oben und nach unten …en, so daß auch unten ein Hohlraum entsteht. Hier wird …s Gas aufgefangen; es gelangt in einen pyramidenför…igen Aufbau in der Mitte des Floßes, aus dem es sodann …ergeleitet wird. Die Gassammler sind in drei Gruppen … 48 miteinander verbunden. Die Erzeugungskosten des …ses betragen nur 4 ₰/kWh. Die Gesamtausbeute an Gas …nem Jahr beträgt 440 000 m³, dabei ergeben sich als …zeugungskosten 2,2 ₰ für 1 m³ Gas. Bei restloser Aus…tung des gewonnenen Gases könnten rd. 7,36 Mill. kWh …hrlich erzeugt werden, das ist das Fünffache des gegen…rtigen Bedarfes. („Engineering“ 10. Februar 1928 S. 162) [… 1320 a] Sd.

…00 PS leistender Dieselmotor in einem Elektrizitätswerk

…ie Tucson Gas & Electric Co. stellt in ihrem Kraftwerk …nen Zweitakt-Dieselmotor, Bauart Busch-Sulzer, mit sechs …ach wirkenden Zylindern von 762 mm Dmr. und 1067 mm …ub auf, dessen Nennleistung 3750 PS beträgt, der aber auf …m Prüfstand schon mehr als 4000 PS bei 125 Uml./min …reicht hat. Bemerkenswert ist, abgesehen von der Größe des Motors, daß man für den Betrieb ein sehr schweres Rohöl von 16 ° Bé. verwenden will, das mit Hilfe von Dampf aus Kesseln mit Auspuffgasheizung vorgewärmt werden soll. Zur Sicherung großer Lebensdauer sind ferner Einrichtungen zum Naßreinigen der sandhaltigen Spülluft und zum Aufbereiten des umlaufenden Schmieröles in Aussicht genommen. Das Werk verfügte bereits über sechs Dieselmotoren der Viertaktbauart von 500 bis 1000 PS Leistung, von denen die ersten seit 1915 in Betrieb stehen. Zur Beaufsichtigung der Maschinen sind außer dem Ingenieur für jede Schicht ein Maschinenwärter und 1 bis 2 Mann zum Schmieren notwendig. („Power“ 31. Januar 1928 S. 197/99*) [N 1320 b] H.

Das Umformerwerk Horseferry-road in London

Zur einheitlichen Versorgung Londons mit Gleichstrom, der in Unterwerken aus hochgespanntem Wechselstrom umgeformt wird, werden die meisten der in der Stadt verteilten kleinen Gleichstrom-Kraftwerke zu Umformerwerken umgebaut. Kürzlich ist der Umbau des Unterwerkes Horseferry-road vollendet worden.

Das Werk hat vier Einanker-Umformer für je 3000 kW Leistung bei 333 Uml./min; in Scharnieren bewegliche Schutzbleche verhindern Beschädigungen der beweglichen Leitungen und Federn der Bürsten bei Kollektorfeuer. Zum Anfahren dienen selbsttätige Synchronisiereinrichtungen. Die Umformer liefern Gleichstrom von 400 bis 460 V Spannung.

Der Drehstrom wird dem Umformerwerk mit 22 000 V Spannung bei 50 Per./s zugeführt. Die Transformatoren für je 3000 kVA haben hochspannungsseitig Anzapfungen für ± 5 vH Spannungsreglung. („The Engineer“ 17. Februar 1928 S. 188*) [N 1320 d] Pa.

RUNDSCHAU

Hebezeuge

Schwerer Lokomotiv-Drehkranwagen für Aufräumungsarbeiten

Drehkranwagen mit größeren Tragfähigkeiten, z. T. bis zu 100 und 120 t, sind seit vielen Jahren in Frankreich, Belgien, England und Nordamerika in Betrieb. In neuerer Zeit ist das Reichsbahn-Zentralamt Berlin ebenfalls dazu übergegangen, Eisenbahnwagen-Drehkrane mit solchen Tragfähigkeiten oder Lastmomenten zu beschaffen. Die Möglichkeit, mittels dieser schweren Krane bei Unfällen ineinandergefahrene Fahrzeuge schnell auseinanderzuziehen und zu heben, wird ohne Zweifel dazu beitragen, auch Menschenleben zu retten. Entgleiste oder umgestürzte Wagen und Lokomotiven, vergl. Abb. 1, können gehoben werden, wobei diese nach Möglichkeit geschont werden, da ein Auseinanderschneiden oder Brennen nicht mehr erforderlich ist. Die Wiederaufnahme des Betriebes auf den durch Unfall gesperrten Strecken wird erheblich beschleunigt werden.

Abb. 1
Lokomotiv-Drehkranwagen der Ardeltwerke, G. m. b. H., Eberswalde, für 60 t bei 7,5 m und 15 t bei 14 m Ausladung.

Der in Abb. 1 und 2 dargestellte Kran der Ardeltwerke G. m. b. H., Eberswalde, ist in engster Zusammenarbeit mit dem Reichsbahn-Zentralamt nach dem von diesem vorgeschriebenen Programm zustandegekommen. Er kann in Zügen des öffentlichen Verkehrs eingestellt werden und entspricht den Vorschriften der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung und den Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Die Hauptflasche hat bei 7,5 m Ausladung 60 t, die Hilfsflasche bei 14 m größter Ausladung 15 t größte Tragfähigkeit. Einer der Krane wird durch eine Dampfmaschine, der zweite Kran durch einen Benzolmotor angetrieben. Der Dampfkran wurde für die Reichsbahndirektion Breslau und der Benzolkran für die Reichsbahndirektion Essen erbaut.

Die Anforderungen des Eisenbahnbetriebes schufen bedeutende konstruktive Schwierigkeiten, die überwunden werden mußten. Sämtliche Teile waren in dem von den Technischen Vereinbarungen zugelassenen Lademaß unterzubringen; auch war die Forderung zu erfüllen, daß das Untergestell heftige Stöße beim Verschiebedienst, die beim Auflaufen mit 25 km/h Geschwindigkeit auftreten können, aufnehmen muß. Zudem stand nur ein verhältnismäßig geringes Gewicht für die Konstruktion des Kranes zur Ve[r]fügung. Unter diesen Umständen war es nötig, als Baust[off] hochwertigen Baustahl, ebensolchen Stahlguß und geschmi[e]deten Stahl zu verwenden.

Der Kran besteht aus dem auf sechs Lenkachsen feder[n]gelagerten Unterwagen und dem auf diesem aufgebaut[en] drehbaren Teil. Der Unterwagen, Abb. 3, den [die] Firma Fried. Krupp, A.-G., Abteilung Lokomotiv- u[nd] Wagenbau, Essen, erbaut hat, ist mit Rollkranz, König[s]säule und Zahnkranz ausgerüstet. Der Rollkranz ru[ht] auf einem aus zwei Langträgern und vier Querträge[rn] bestehenden Gerüst, das an seinen Endpunkten mit Dre[h]stützen versehen ist. Während der Fahrt des Wage[ns] und auch bei kleineren Kranlasten, bis 10 t bei 7,5 m A[us]ladung, sind die Drehstützen an das Wagengestell paral[lel] zum Gleis herangeklappt; beim Arbeiten des Kranes [mit] großen Lastmomenten werden sie senkrecht zum Gleis hera[us]geschwenkt und durch Querstreben mit den Langträgern v[er]bunden. Sie bilden alsdann die V[er]längerung der Querträger und w[er]den sowohl mit ihren äußeren End[en] wie auch unter ihren Drehpunkt[en] mittels herausschraubbarer Stü[tz]spindeln unterstützt, von denen [die] in den Drehpunkten angebracht[en] mit Schneckenantrieben verseh[en] sind. Die Drehgelenke sind äuße[rst] stark ausgebildet und aus Kru[pp]schem vergütetem Sonderstahlg[uß] hergestellt. Sollten die Unt[er]stützungen unter den Drehgelenk[en] infolge Bodensenkungen nachgeb[en], so können diese Gelenke selbst [bei] ungünstigster Laststellung das [ge]samte Biegungsmoment auf [die] Querträger übertragen. Das Ger[üst] ist in das Wagenuntergestell eingeba[ut].

Im Untergestell befindet s[ich] auch das aus sechs freien Le[nk]achsen bestehende Laufwerk, wo[bei] je drei Achsen miteinander du[rch] Längsausgleichhebel zum Ausgle[ich] der Raddrücke verbunden sind. [Die] Achsstände und Achsspiele [des] Kranwagens sind so gewählt, daß Gleiskrümmungen von 80 m Ha[lb]messer anstandlos befahren könn[en]. Die Handbremse wirkt mit je v[ier] Klötzen auf die beiden Mittelradsä[tze] und kann von jeder Wagenseite betätigt werden.

Das Untergestell enthält fer[ner] das auf die zweite und fünfte Ac[hse] wirkende Fahrwerk zum Verfah[ren] des Kranes an der Verwendun[gs]stelle. Das Fahrwerk wird entwe[der]

Abb. 2
60 t-Lokomotivdrehkran in Fahrstellung.

Abb. 3
Kruppscher Unterwagen für den 60 t-Lokomotivdrehkran mit seitlich herausgeschwenkten Stützen.

Abb. 4 bis 6
Antrieb des Gegengewichtes für den 60 t-Eisenbahn-Drehkran.

a Zahnrad auf der Hauptantriebwelle
b Ritzel mit Schleifkupplung auf der Gegengewichts-Antriebwelle
c Kegelrädergetriebe zwischen *b* und *d*
d wagerechte Schneckenwellen mit je 2 Schnekken *e*
e Antriebschnecken für das Gegengewicht
f Schneckenzahnstangen am Gegengewicht
g fahrbares Gegengewicht
h Laufschiene für das Gegengewicht

n Kran aus mittels einer durch die Königssäule geführ-
n Welle durch motorische Kraft angetrieben oder es wird
ri eine Knarre von Hand gedreht, so daß der Wagen mit
ö er Genauigkeit an seinen Platz gebracht werden kann.
s Drehmoment der Antriebwelle wirkt über ein Kegel-
dgetriebe auf zwei Gelenkwellen, von denen es auf je
a m Untergestell pendelnd aufgehängtes, aus Kegel- und
irrädern bestehendes Getriebe auf die Triebachsen über-
let wird. Diese verwickelt erscheinende Anordnung
notwendig, weil die Triebachsen als freie und gefederte
nachsen die verschiedenartigsten Stellungen gegenüber
m Untergestell einnehmen können. Weiterhin sind zwei
sickkupplungen und ein Ausgleichgetriebe vorgesehen.
ri die Kupplung wird das Getriebe während der Ein-
llng des Kranes in Eisenbahnzüge von den Triebachsen
gschaltet, so daß es nicht mitläuft. Das Ausgleichgetriebe
t lie Möglichkeit, das Triebwerk jeder Achse einzukup-
in welchen Drehwinkel auch die Triebachsen zueinander
de mögen, und gleicht fernerhin bei eingeschalteten
iewerken die Drehmomente der beiden von der einen
iewelle angetriebenen Achsen aus.

er drehbare Teil des Kranes stützt sich auf der Aus-
e eite auf vier breite, in Wagebalken gelagerte Stahl-
ßlufrollen; auf der Gegengewichtseite auf zwei Rollen.
er Drehrollenkranz mit Rücksicht auf das Eisenbahn-
of im Durchmesser beschränkt ist, sind zur Vermeidung
n ugbeanspruchungen am Drehzapfen auf der Gegenge-
chseite des Kranes vier nach oben wirkende, ebenfalls
eg ausgebildete Fangrollen vorgesehen. Der vordere
il es Oberwagens ist zur Aufnahme des Auslegerdreh-
kes und der Drehrollen-Wagebalken aus Stahlguß her-
tet, er geht weiter in eine Blechkonstruktion aus hoch-
rtigem Baustahl über. Auf der mit Riffelblech abgedeck-
n Oberwagenplattform sind die Triebwerke, Dampf-
scine und Dampfkessel, der Kohlen- und Wasserkasten
wi der Führerstand angeordnet.

as Gegengewicht des Kranes ist mit Rücksicht auf die
ß Last von 60 t und den zulässigen Achsdruck von 18 t
Farstellung verfahrbar eingerichtet. Das Gegengewicht
Uförmig ausgebildet und greift um den rückwärtigen
il es Oberwagens. An diesem sind Fahrschienen ange-
cl, auf denen die vier Rollen des Gegengewichtes laufen.
im Arbeiten mit der größten Last wird das Gegengewicht
af 5 m von Mitte Drehzapfen nach rückwärts ausge-
re. Der Antrieb hierzu wird von der Kurbelwelle der
mpfmaschine aus mittels Kegelradübersetzungen übertra-
n, Abb. 4 bis 6, durch zwei in der Längsrichtung des Ober-
ges liegende Wellen, auf denen Schnecken sitzen, auf die
n Gegengewicht angebrachten Zahnstangen weitergeleitet.
m ie zulässige Ausladung des drehbaren Teiles nach
ckwärts in der Fahrstellung einzuhalten, hat man den hin-
teren Teil des Oberwagens zum Hochklappen eingerichtet. Dieser steht in Verbindung mit dem Fahrwerk des Gegengewichtes. Eine Anzeigevorrichtung gibt dem Kranführer die jeweilige Stellung des Gegengewichtes an.

Der aus hochwertigem Baustahl ausgeführte Ausleger ist einziehbar und am Stahlgußstück des Oberwagens in Stahlbolzen drehbar gelagert. Im Auslegerknick sowie am Kopf sind zwei Gruppen von festen Rollen angebracht, von denen die eine für 60 t und die im Kopf für kleinere Lasten bis zu 15 t bestimmt sind.

Die zum Antrieb der Triebwerke dienende Zwillings-Dampfmaschine mit zwei Zylindern von 200 mm Dmr. sowie 250 mm Hub ist liegender Bauart, hat Schmierpumpe und Zentralschmierung. Zur Erzeugung des Dampfes dient ein Röhrenkessel stehender Bauart von etwa 18 m² Heizfläche und 10 at Überdruck.

Die Dampfmaschine überträgt ihre Arbeit durch Stirnrädergetriebe auf die Hauptantriebwelle, auf der sich das Ritzel für den Hubwerkantrieb, das Wendegetriebe und das Drehwerk, ferner die Kupplung für Betätigung des Fahrwerkes befinden.

Für die beiden Rollengruppen auf dem Ausleger sind zwei Hubtrommeln vorgesehen. Von der Hauptantriebwelle aus geht die Bewegung auf die Trommelwelle der Hilfstrommel und von dieser durch ein weiteres Stirnrädervorgelege auf die Haupttrommel. Durch eine vom Führerstand aus zu betätigende Kupplung wird die eine oder die andre Trommel in Bewegung gesetzt Beide Trommeln sind mit kräftiger Sperradbremse ausgestattet, die ebenfalls vom Führerstand aus bedient wird. Zum schnellen Heben der leeren Haken und leichteren Lasten ist im Windwerk ein Umschaltgetriebe eingebaut. Die Trommeln sind so bemessen, daß sie das aufgewickelte Drahtseil in einer Lage aufnehmen können. Die 60 t-Last hängt an acht je 36 mm dicken Seilsträngen, von denen einer angezogen wird; die 15 t-Last an vier Strängen von je 28 mm Dmr. Der Ausleger wird über einen Seilzug von 22 Strängen und zwei Seile gezogen. Die Trommel des Einziehwerkes wird durch Kegelräder und Schneckengetriebe von der verlängerten Dampfmaschinenwelle aus angetrieben. Das Schneckengetriebe ist selbstsperrend, eine Feststellbremse außerdem noch eingebaut.

Zur Beleuchtung des Kranes und der Arbeitstelle dient eine Beleuchtungsanlage, bestehend aus einem Turbosatz von 1 kW Leistung bei 110 V Spannung mit Schalttafel, Sicherungen und Steckdose, 5-flammigem Sonnenbrenner am Ausleger, 2 Deckenlampen im Schutzhaus, einer Handlampe mit Schnur und Stecker.

In der Fahrbereitschaft, Abb. 2, wird der niedergelegte Ausleger durch einen bereitgestellten Güterwagen geschützt.

Bei dem Kran mit Antrieb durch Benzolmotor stimmt der Aufbau bis auf die Antriebmaschine mit dem Dampf-

kran überein. An Stelle der Maschine und des Kessels tritt hier ein vierzylindriger Benz-Motor von etwa 80 PS. Das Schwungrad des Motors ist mit einer Lamellenkupplung versehen, so daß der abgekuppelte Motor mit Hilfe eines Bosch-Anlassers angelassen und geregelt werden kann.

Eberswalde [M 881] Obering. Fr. Woeste

Werkstoffprüfung

Die Bedeutung des Kerbschlagversuches

W. Schwinning und K. Matthaes [1]) beschreiben bemerkenswerte Versuchsergebnisse an Kerbbiegeproben. Einleitend wird die Kerbwirkung an der Beeinflussung der Fließfiguren gebogener Stäbe veranschaulicht. Um den Bruchvorgang genau zu verfolgen, wurde mit Hilfe einer sinnreichen Vorrichtung eine sehr genaue Weg-Zeit-Kurve aufgenommen, deren zweitmalige Ableitung bei Berücksichtigung des reduzierten Hammergewichtes zur Weg-Kraft-Kurve führt. Parallel zu den dynamischen wurden statische Kerbbiegeversuche durchgeführt und deren Weg-Kräft-Schaubild ebenfalls genau aufgenommen. Durchweg wird eine Spitzkerbe mit 45° Flankenneigung und 0,5 mm Abrundungshalbmesser verwendet. Als ein gewisses Absolutmaß der Kerbsprödigkeit wird die Neigung zum Trennungsbruch (Kohäsionsbruch, körniges Aussehen, z. T. an den Korngrenzen, z. T. durch Spaltebenen verlaufend) in den Vordergrund der Beobachtung gestellt. Die sehnigen Flächenanteile zeigen weitestmögliche Verfestigung und werden als von „Verfestigungsbruch“ herrührend bezeichnet. Die Bruchalten, ihre Entwicklung von Fall zu Fall in Abhängigkeit von der Probenform, Verformungsgeschwindigkeit und Temperatur werden unter Bezugnahme der verschiedenen Einflüsse dieser Faktoren auf den Gleit- und Trennwiderstand eines Werkstoffes erörtert. Als Beispiel dienen Flußstähle mit 0,49 vH, 0,51 vH und 0,9 vH C.

In Bestätigung bekannter Versuchsergebnisse finden die Verfasser, daß der Eintritt eines vorzeitigen Trennungsbruches bei einem gegebenen Werkstoff durch wachsende Versuchsgeschwindigkeit, verschärfte Kerbwirkung und fallende Temperatur begünstigt wird. Die Änderung der Versuchsgeschwindigkeit beeinflußt das Ergebnis, von dem Übergangsgebiet zum reinen Verfestigungsbruch abgesehen, am wenigsten. Erhöhte Wirksamkeit ist der Kerbenschärfe, eine überaus durchgreifende der Versuchstemperatur eigen. Bei den üblichen Kerbenformen erfordern die meisten Konstruktionsstähle sogar bei langsamer Biegung die Anwendung einer der Raumtemperatur gegenüber mehr oder minder erhöhten Versuchstemperatur, um einen durchweg sehnigen Bruch herbeizuführen, und die einer noch mehr erhöhten bei den in Pendelschlagwerken üblichen Versuchsgeschwindigkeiten. Bei einem Bruchquerschnitt von 20×12 mm² (Stabquerschnitt 20×20 mm²) bricht der Stahl mit 0,49 vH C bei Schlagbiegung auch noch bei 60 °C mit einem reichlichen Anteil an Trennungsbruch durch. Derselbe Stahl weist aber bei langsamer Durchbiegung bei 40 °C nur einen geringen Trennungsbruchanteil auf, bei 60 °C entspricht sein Bruch einer vollen Verfestigung.

Für den etwas härteren Stahl mit 0,51 vH C wurden die Versuche auf ein größeres Temperaturgebiet mit zahlreichen Zwischenpunkten ausgedehnt. Die kritischen Temperaturen wurden für die langsame Biegung zu 50 °C, für eine langsamere Schlaggeschwindigkeit zu 58 °C und für die normale eines 75 mkg-Pendelhammers zu 86 °C ermittelt.

Der harte Stahl mit 0,9 vH C wurde an einer den Mischbruch etwas stärker als die vorerwähnte begünstigenden Stabform mit dem Bruchquerschnitt 26×13 mm² (Stabquerschnitt 26×20 mm², Spitzkerbe) geprüft. Die Grenztemperatur zwischen reinem Verfestigungsbruch und Mischbruch wird aber hauptsächlich durch die härtere Legierung zu höheren Temperaturen, zu 125 °C bei Biegung und zu 194 °C beim Schlagversuch, verschoben. Eine ziemlich gute Übereinstimmung beobachtet man zwischen Arbeitsaufnahme und Stabverformung, gemessen als der Unterschied der verformten Stabbreiten an der Druck- und Kerbstelle.

An der Hand dieser Ergebnisse gelangen die Verfasser zu dem Vorschlag, die Kerbzähigkeit oder -empfindlichkeit an genormten Probeformen und bei unveränderlicher Versuchsgeschwindigkeit als die Temperaturkoordinate des Übergangsgebietes zu ermitteln. Als Abnahmebedingung wäre eine (Höchst-) Temperatur vorzuschreiben, bei der ein durchweg sehniger Verfestigungsbruch eintritt.

Im Hinblick auf die neueren Vorschläge des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik für die Normung der Kerbschlagprobestäbe wurden auch einige Versuchsreihen mit Stählen von 0,04 vH und 0,47 vH C mitgeteilt, die fast alle hiermit zusammenhängenden Fragen und ihre Teilwirkungen untersuchen und die beste Eignung d[er] vorgeschlagenen Stabformen erkennen lassen. Insbesonde[re] gewährleisten diese Stabformen die Verdichtung der Ve[r]formung an der Umgebung der Kerbe und den völlig[en] Durchbruch auch reichlich weicher und kerbzäher Stoffe i[m] Pendelschlagwerk.

Eingehend erörtern die Verfasser auch die Bedeutu[ng] des Kerbschlagversuches für den Konstrukteur. Besonde[rs] wird hervorgehoben, daß weder der Kerbschlagversuch üb[er] die Widerstandfähigkeit gegen Dauerbrüche, noch irgendei[ne] statische oder Dauerprüfung über die gegen schlagarti[ge] Gewaltbeanspruchung Auskunft zu erteilen vermag. [Im] letzteren Fall ist der Kerbschlagversuch berufen, für ei[ne] unmittelbare (Teil-) Wertung herangezogen zu werden. Hi[er]gegen erweist sie sich immer als besonders wertvoll z[ur] Prüfung der Güte der voraufgegangenen Wärmebehan[d]lung, da sie als einziges mechanisches Prüfverfahren di[es]bezügliche Mängel leicht erkennen läßt.

Der verfolgte Versuchsweg bei Schlagbiegung ist [an] sich grundsätzlich bekannt, er wurde jedoch für eine d[er]art hohe Empfindlichkeit eigens durchgebildet, daß die E[r]gebnisse gewiß klarer, genauer und bis in die kleinst[en] Einzelheiten aufschlußreicher sind als bis jetzt bekan[nt]. Ihre Auswertung ist in knappen Worten derart inhaltrei[ch], daß die Wiedergabe im Auszug vieles nicht erfass[en] kann. So möge dem, der sich mit dieser Frage näher [be]schäftigen will, die sorgfältige Durchsicht der Veröffe[nt]lichung empfohlen werden. [N 1172]

Mülheim (Ruhr) Dr.-Ing. Franz László

Verarbeitende Industrien

Spritzguß aus Kunststoffen

Seit mehreren Jahren finden Kunststoffe mit den v[er]schiedensten Zusammensetzungen in steigendem Maße [in] alle möglichen Industriezweige immer mehr Eingang. [In] den ersten Jahren ihrer Anwendung sind diese Kunstst[offe] hauptsächlich in Form von Stangen, Platten und später a[uch] in Rohren auf den Markt gekommen. Sie wurden durch [die] üblichen mechanischen Arbeitsverfahren, wie Drehen, F[räs]sen, Bohren usw., zum fertigen Gegenstand umgeformt. B[ald] darauf erschienen dann auch Kunststoffe unter den v[er]schiedensten Namen, auch wenn sie sich in ihren Gru[nd]stoffen, sowie in ihrer Zusammensetzung ähnlich oder gle[ich] waren, in gepulverter Form. Diese gepulverten Kunststo[ffe] wurden dann gewöhnlich im Preßverfahren verarbeitet. [Der] Herstellungsgang war hierbei ungefähr wie folgt:

Der Rohstoff wurde, mehr oder weniger genau bemess[en], in die Preßform, die gewöhnlich vorher angewärmt w[ar], eingefüllt. Durch den zur Verfügung stehenden Dr[uck] wurden die beiden Formenhälften ineinandergepreßt. [Je] nach der Eigenschaft des zu verarbeitenden Kunststo[ffes] schwankte die Formentemperatur zwischen 60 und 250 [°C]. Nach dem Preßvorgang mußten sich die Preßli[nge] nahezu bei allen Kunststoffen erst in der Form abküh[len], bis sie zur Entnahme des Preßlings geöffnet werden k[onn]ten. Infolgedessen wurde die Erzeugungsmenge wesent[lich] herabgesetzt, wenn man nicht gleichzeitig mit mehre[ren] auswechselbaren Formen arbeitete, was aber nicht in a[llen] Fällen durchführbar ist, auch die Werkzeugkosten wu[rden] hierdurch wesentlich erhöht. Das Arbeiten mit mehre[ren] Formen erforderte überdies mehr Bedienungsmannschaf[t]. In vielen Fällen ist aber die Zahl der herzustellenden T[eile] nicht so groß, daß das Arbeiten mit mehreren Formen [ge]rechtfertigt durchführbar ist. Des weiteren ist es n[icht] möglich, im Preßverfahren dünnwandige Hülsen oder T[eile] von verwickeltem Aufbau mit kleinen Seitenlöchern [usw.] herzustellen.

Diesen verschiedenen Nachteilen der bisher bekan[nten] Verarbeitungsarten von Kunststoffen wird nunmehr d[urch] die Einführung des Spritzgußverfahrens [be]gegnet. Kurz nach dem Kriege befaßten sich verschie[dene] Fachfirmen damit, grobkörnige Kunststoffe in Spritz[guß]maschinen auf ähnliche Weise wie die bekannten Me[tall]-Spritzgußlegierungen zu verarbeiten. Die Verschie[den]artigkeit zwischen den Spritzgußmetallen und den erw[ähn]ten Kunststoffen bedingte verschiedene Maschinenkonst[ruk]tionen, auch mußte hierbei noch den besonderen Ei[gen]schaften der Kunststoffe Rechnung getragen werden.

Als verspritzbarer Kunststoff kommt wohl in der Ha[upt]sache „Trolit“ zur Verarbeitung. Es handelt sich [bei] diesem Kunststoff um eine Mischung von Azetyl-Zell[ulose] mit Kampferersatzmitteln, die man in Abwesenheit ode[r] Gegenwart von sehr geringen Mengen von Flüssigkeiten [o]d[er] Lösungsmitteln zu einer festen Masse zusammenpreßt [und] sodann wieder zerkleinert, nachdem sie vorher noch [e]iner besonderen Behandlung unter Erwärmung unterzogen w[urde], damit sich die Lösungsmittel verflüchtigen. Dieser sc[...]

[1]) Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik, Bericht Nr. 78.

nnene Kunststoff wird nun durch einen Einfülltrichter a m Preßzylinder einer Spritzgußmaschine, Abb. 7, zugeacht. Hier wird die Masse durch Gas, Dampf oder elek-chen Strom auf rd. 140 bis 170 °C erwärmt. Bei Beheing mit Gas oder elektrischem Strom wird zur Erreichung ier gleichmäßigen Erwärmung zwischen das Heizelement d den Preßzylinder eine wärmeübertragende Flüssigkeit geschaltet, wodurch ein Verbrennen der Masse verhütet rden kann. Nach Erreichen der richtigen Temperatur an mit dem Pressen begonnen werden.

Auf die Maschine wird eine zwei- oder mehrteilige Gießm aufgesetzt, in die das Negativ des herzustellenden Gußckes eingearbeitet ist. Der Formenoberteil b wird unter Formenbrille c der Maschine befestigt und mit einer sprechenden Angußbüchse versehen. Der Formenunter- d wird in die Spritzgußmaschine eingebaut. Die bei- Formenhälften werden nun nach oben zusammengeführt l gleichzeitig fest mit dem Kegel der Angußbüchse im menoberteil an den Kegel der Spritzdüse f, die sich am eren Ende des Preßzylinders befindet, gedrückt. Nach Öffnen eines Absperrventiles g und Betätigen des itzventiles h drückt der Arbeitskolben die infolge der värmung breiartig gewordene Masse durch die erwärmte e in die Form. Die Masse füllt die Form vollständig , so daß das fertige Gußstück genau gleichmäßig die sten Umrisse, wie sie in die Form eingearbeitet sind, dergibt. Es ist erforderlich, daß der Druck sofort in er Stärke, also sozusagen schlagartig, auf die Masse kt, damit die Form in kaum 1 s vollständig angefüllt d. In der Form erstarrt die Masse sofort und nach dem nen der Form wird durch die Auswerfereinrichtung e fertige Gußstück ausgestoßen. Der Arbeitsvorgang derholt sich, bis ungefähr zwei Drittel der erwärmten ißmasse verarbeitet sind. Hierauf muß neue Masse gefüllt werden, damit sie sich genügend erwärmt.

Der Arbeitsdruck bewegt sich je nach Größe, Form und iddicke des herzustellenden Teiles zwischen 30 und 0 at. Die Maschine, Abb. 7, wird z. B. von der Firma r. Eckert, Nürnberg, für Luft- und Wasserdruckbetrieb estellt. Bei Benutzung von Wasserdruck kann man 0 at erreichen. Die Maschinen werden gegebenenfalls n mit einer dazugehörigen Preßpumpe ausgerüstet.

In einer solchen Spritzgußmaschine kann auch gleichetig mit mehreren auswechselbaren Formen gearet werden, was vor allem vorteilhaft ist, wenn gleichig mehrere Gegenstände aus demselben Stoff hergestellt eien sollen. In diesem Falle werden die Formen nur auf Formenbrille gestellt, an das Mundstück geführt, vollritzt und von der Maschine abgenommen, worauf der e von einer Hilfskraft ausgeworfen werden kann, währ der die Maschine bedienende Arbeiter weitere Formen l. Bei diesem Arbeitsverfahren werden recht hohe Leingen erzielt.

Auch besondere Formen werden benutzt, bei denen ein inandertreiben der beiden Formenhälften selbst bei östen Drücken vermieden wird, ohne daß besondere nvorrichtungen betätigt werden müssen; die beiden enhälften, die am äußeren Durchmesser kegelig gedreht n werden hierbei durch einen ebenfalls kegeligen Ring rend des Spritzvorganges zusammengehalten. Ein Annen und Abkühlen der Formen ist nicht erforderlich. Temperatur der breiartigen Spritzmasse ist so zu haln daß sie durch den beim Eingießen in die Form einenden Wärmeverlust sofort erstarrt.

Das „Trolit-Spritzpulver“ ist in verschiedener Güte und en verschiedensten Farben von der Rheinisch-Westhen Sprengstoff-A.-G. erhältlich und hat nach deren aben ungefähr folgende Eigenschaften:

Bruchfestigkeit	500 kg/cm²
Durchschlagfestigkeit . .	45 000 kV/mm
Oberflächenwiderstand .	100 000 bis 200 000 Megohm.

Außer diesem Stoffe werden besonders für die Elekchnik auch Kunststoffe verarbeitet, die dem Teer entmen. Sie sind meist mit Asbestfasern gefüllt, und ihnen en meist noch sich leicht verflüchtigende Lösungsstoffe geben. Des weiteren dienen die Maschinen auch nach neueren Verfahren zum Verarbeiten von Kasein.

Vorbedingung für einen zur Verarbeitung kommenden of ist, daß er sich unter Druck und Wärme in einen hi, breiartigen Zustand überführen läßt und sich in em unverändert bei Beibehaltung der Temperatur hält, ch bei geringem Temperaturverlust, wie dies beim Verken eintritt, sofort erstarrt.

Die Vorteile des vorstehend erwähnten Spritzverfahrens gh vor allem in einer hohen Mengenleistung, da der Arbeitsvorgang nur einige Sekunden in Anspruch nimmt; ferner in der Erzielung genauer maßhaltiger scharfkantiger Abgüsse; in der Vermeidung von jeglichem Abfall, da jeder Anguß und jeder überflüssige Teil nach Vermahlung wieder neu verarbeitet werden kann und in der denkbar vielseitigen Anwendungsmöglichkeit. Je nach Gestalt und Größe der herzustellenden Stücke können auch gleichzeitig mehrere Teile in eine Form eingearbeitet werden. Ferner können in die Gußstücke Metallteile nach Bedarf gleichzeitig eingespritzt werden. Sämtliche Bohrungen, Innen-, und Außengewinde werden genau ausgespritzt. Auch werden gewöhnlich jedem andern Verfahren gegenüber durch Verringerung der Wanddicke Ersparnisse erzielt. Die Wanddicken betragen je nach Größe des herzustellenden Teiles 0,3 bis 2 mm. Ein Teil in der Größe von etwa 60 × 60 × 40 m³ kann noch mit 0,5 mm Wanddicke hergestellt werden. Eine Verringerung der Wanddicke ist auch deshalb noch bei den meisten Teilen bei Anwendung des Spritzgußverfahrens möglich, weil ein im Spritzgußverfahren hergestelltes Stück eine höhere Festigkeit und Elastizität zeigt als derselbe Gegenstand aus demselben Stoff, der aber auf eine andre Art hergestellt wurde. [M 815]

Abb. 7
Spritzgußmaschine für Kunststoffe, hergestellt von Gebr. Eckert, Nürnberg.

a Einfülltrichter
b Formenoberteil
c Formenbrille
d Formenunterteil
e Auswerfeinrichtung
f Spritzdüse
g Absperrventil
h Steuerventil
i abschraubbarer Arbeitskolben
k Spritzhebel
l Stellschraube zum Heben des Kolbens
m Anschluß-Druckluftleitung
n Zuleitung zum Zylinder
o Druckleitung
p Kolben
q Kolbenstange
r Wärmkessel
s Glyzerin zur Wärmeübertragung auf die Masse
t Einstellringe

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung. Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Schaltbilder im Wärmekraftbetrieb. Von W. Stender. Berlin 1928, VDI-Verlag. 27 S. m. 91 Abb. Preis 1,80 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 1,60 ℳ.

Mit der Aufstellung von Symbolen für die Schaltpläne von Wärmekraftanlagen hat sich Dr.-Ing. W. Stender unbestreitbar ein Verdienst erworben. Bis vor kurzem lag im Gegensatz zur Elektrotechnik das Bedürfnis dafür in der Wärmetechnik nicht vor, weil die einschlägigen Schaltbilder nicht so verwickelt waren. Die Anwendung von Anzapfdampf-Vorwärmung, Zwischenüberhitzung und Rohwasserverdampfern, die mit Erhöhung des Druckes oft verbundene Anwendung von zweierlei Dampfdrücken, die Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb, und nicht zuletzt die Einführung der Speicher haben das Schaltbild einer neuzeitlichen Dampfkraftanlage dem einer elektrischen Anlage in bezug auf Vielheit der Teile und Verbindungen immer ähnlicher gemacht. Dies hat wohl zum ersten Male Dr. Ruths beim Entwurf seiner zahlreichen Anmeldungen auf Speicherpatente empfunden; er ist auch der Erfinder der meisten Symbole, die Dr. Stender für den allgemeinen Gebrauch empfiehlt.

Die Zeichen, für die im ganzen neun Gruppen gebildet sind, sind im großen ganzen übersichtlich, verständlich, leicht darstellbar und dem Gedächtnis leicht einzuprägen. Allerdings sind mehrere Linien nebeneinander, die für Frischgas, Abgas und Luft vorgeschlagen werden, nicht zweckmäßig, da sie sich nicht leicht freihändig zeichnen lassen. An Stelle der Unterscheidung durch die Strichstärke wäre die Unterscheidung durch die Strichart zu empfehlen, was auch Verwechslungen besser vermeidbar macht. Schnittpunkte zweier Leitungen sollten durch recht kräftige Punkte bezeichnet, Überbrückungen zweier nicht verbundener Leitungen durch die auch in der Elektrotechnik üblichen Halbkreise angedeutet werden.

Die Außenluft unter die Wärmevernichter zu rechnen und danach zu bezeichnen, ist zwar folgerichtig, berührt aber trotzdem eigentümlich, da das Schaltbild doch die vorhandenen Teile versinnlichen soll. Ich würde daher z. B. ein kleines Stück eines Kreises von größerem Halbmesser, das nach unten offen ist, vorziehen. Auch für die Kolbenmaschine könnte man ein anderes Zeichen als das Trapez finden, das sich für Turbomaschinen ziemlich allgemein eingebürgert hat.

Die wagerechte Schichtung des Schaltbildes in der Weise, daß oben die höchsten Drücke und Temperaturen auftreten, wird sich nicht immer durchführen lassen, ohne daß Übersichtlichkeit und Lesbarkeit des Diagramms leiden. So soll z. B. der Kondensator von der Turbine nicht zu weit entfernt sein.

Es wäre zu begrüßen, wenn sich die Industrie über diese Vorschläge bald einigen würde.

[E 1220] W. G. Noack

Der Brückenbau. Von Joseph Melan. 3 Bd. 1. H.: Eiserne Brücken. 1. T. 3. Aufl. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 521 S. m. 572 Abb. Preis 26 ℳ.

Der Inhalt dieses für den Fachmann und Studierenden gleich wertvollen Buches ist bereits anläßlich der Besprechung der zweiten Auflage eingehend gewürdigt worden[1]), so daß hier nur kurz auf die Änderungen und Erweiterungen eingegangen sei. Entsprechend den Fortschritten in der Verwendung von hochwertigen Baustoffen und den neueren Untersuchungen über die dynamischen Lasteinwirkungen sind diesen Fragen eingehende Betrachtungen gewidmet. Auch die Berechnung auf Knickung ist teilweise anders behandelt, während bei den Fahrbahnkonstruktionen den Berechnungen strengere Bedingungen zugrunde gelegt wurden. Bei den Auflagerkonstruktionen hat der Verfasser die neueren Ausführungsregeln berücksichtigt.

[E 1160] Sd.

[1]) Z. Bd. 67 (1923) S. 71.

Die Güterwagen der Deutschen Reichsbahn, ihre Bauart, Bestellung und Verwendung. Herausgeg. im Auftrage des Reichsbahn-Zentralamtes in Berlin. 3. Aufl. Berlin 1928, VDI-Verlag. 30 S. m. zahlr. Abb. Preis 1 ℳ.

Durchblättert man als Kenner der Verhältnisse das Heft, so fällt einem zunächst die klare und übersichtliche Zusammenstellung aller derjenigen Güterwagenbauarten auf, die von der Deutschen Reichsbahn zusammen mit der Deutschen Wagenbauindustrie erneut durchgearbeitet, vereinheitlicht und genormt worden sind. Nachdem die Ländereisenbahnen zur Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zusammengeschlossen waren, wurde die Anwendung der DIN-Normen in weiterem Sinne nunmehr auch im Eisenbahnwagenbau möglich, so daß auch hier die wirtschaftlichen Vorteile, die mit der Einführung von Normen verbunden sind, zur Geltung kamen. Die Durcharbeitung der einzelnen Wagenbauarten nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfordert neben weitestgehender Vereinheitlichung der Einzelteile die Einschränkung der Anzahl der Bauarten, wobei aber trotzdem den Erfordernissen von Handel und Industrie als den Benutzern der Fahrzeuge in weitestem Maße Rechnung getragen wurde.

Die Umbenennung der Güterwagen, die bekanntlich nur durch einen oder wenige Buchstaben gekennzeichnet sind, ist so übersichtlich erfolgt, daß jeder Expedient eines Industrieunternehmens schnell und zuverlässig die Gestellung von Güterwagen bei der zuständigen Eisenbahnbehörde beantragen kann. Auch wie diese Anforderung bei den zuständigen Dienststellen zu geschehen hat, ist klar und übersichtlich erläutert. Sehr willkommen ist auch die Angabe der gebräuchlichsten Lademasse einer Anzahl europäischer Länder, die unmittelbar oder mittelbar an Deutschland grenzen.

Faßt man sein Urteil über das Heft zusammen, so darf man sagen, daß es zweifellos den Bedürfnissen von Industrie und Handel entspricht. [E 1162]

Bautzen Westhues

Taschenbuch für Hütten- und Gießereileute 1928. Von Hubert Hermanns. 3. Jg. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 392 S. m. 171 Abb. Preis 7,20 ℳ.

Aus Natur und Geisteswelt 20. Bd.: **Das Eisenhüttenwesen.** Von H. Wedding. 7. Aufl. von Friedrich Wilhelm Wedding. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 134 S. m. 22 Abb. Preis 2 ℳ.

Taschenbuch der Tanks. Von Fritz Heigl. Ergänzungsband 1927. München 1927, J. F. Lehmanns Verlag. 181 S. m. 65 Abb. Preis 8 ℳ.

Die Abschätzung des Wertes von Frachtschiffen. Von Carl Commentz. Hamburg 1927, Verlag Schroedter & Hauer. 66 S. Preis 3 ℳ.

Aus dem Reiche der Technik. Aussprüche und Novellen von Max Maria von Weber. Ausgew. von Carl Weihe. 2. Bd. Berlin 1928, VDI-Verlag. 336 S. Preis 5 ℳ.

Eis, ein Weltenbaustoff. Mit einem Atlas. Von Heinrich Voigt. 3. Aufl. Leipzig 1928, R. Voigtländer. Textb. 316 S. Atlas 18 Taf. Preis zus. 20 ℳ.

Müller-Breslau zum Gedächtnis. Rede, gehalten bei der Gedenkfeier für Müller-Breslau am 15. Juni 1925 in der Aula der Technischen Hochschule Charlottenburg. Von Hertwig. Leipzig 1927, Alfred Kröner. Preis 5 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 | SONNABEND, 10. MÄRZ 1928 | Nr. 10

Verfahren der Lederherstellung

Von Reg.-Baumeister O. Frieling, Oberursel (Taunus)

(Hierzu Bildblatt 25 bis 27)

Übersicht über die hauptsächlichsten der Ledererzeugung dienenden Maschinen und Verfahren: Gerbvorbereitung und Gerben, insbesondere Treibriemen- und Glanzhalbleder, das Spalten von Leder, Behandlung des Leders nach dem Gerben.

Einleitung

Die Erzeugung von Leder und Ledergegenständen ist für die deutsche Volkswirtschaft von hohem Werte, weil es sich bei ihr um eine ausgesprochene Ver-ungsindustrie handelt, indem die roh eingeführten Häute in Form von hochwertigen Ledersorten und noch wert-eren Ledererzeugnissen wieder ausgeführt werden. Um i erhebliche Einfuhr von Rohstoffen kommt Deutschland der Lederindustrie leider nicht herum, wenigstens so-t es sich um die Einfuhr von Häuten und Fellen han-. Denn einer wesentlichen Zunahme der im eigenen ade erzeugten Häute sind infolge der geographischen re Deutschlands bestimmte Grenzen gezogen. Um so ur ist aber zu hoffen, daß es der deutschen Chemie ngen möchte, die Einfuhr an Gerbstoffen zu vermin-, indem sie teure ausländische Naturerzeugnisse durch m Inland hergestellte Stoffe ersetzt. Die neuerdings im schwung begriffene wissenschaftliche Durchforschung e ganzen Gebietes der Gerberei wird hier sicher noch e ungeahnte Wege weisen. Vorläufig stellen sich ihr b noch Schwierigkeiten mancher Art entgegen, weil es darum handelt, in das Gebiet eines uralten Hand-kes einzudringen, wo noch nach einer Menge alther-achter, streng geheimgehaltener Rezepte und Er-ungen gearbeitet wird, die von den meist im Familien-tz befindlichen Firmen ängstlich behütet und der freien senschaft jedenfalls nicht gern oder nur ausnahmsweise u Verfügung gestellt werden.

Als organischer Stoff gibt das Leder dem Menschen ner wieder neue Rätsel auf. Hier kann man noch nicht i beim Eisen und beim Stahl jede gewünschte Sorte i vorausbestimmbaren Festigkeits- und Dehnungszahlen d andern Merkmalen erzeugen oder durch genau er-chte Nachbehandlungsverfahren in bestimmtem Sinne andeln. Die zu Leder verwendeten Häute wachsen ehr dem Menschen als ein Erzeugnis der Natur zu, daß er seinen Einfluß auf erwünschte Eigenschaften ntlich zur Geltung bringen könnte. Meist ist die sche Haut nicht einmal der Hauptgegenstand der Auf-t, sondern nur ein abfallendes Nebenerzeugnis, auf en Güte der Landwirt oder Farmbesitzer keinen be-eren Wert legt.

Aber die Natur bietet auf der andern Seite dem Men-n in den Häuten der Tiere wiederum ein außerordent-mannigfaltiges Ausgangserzeugnis, das er im Laufe Jahrtausende den verschiedensten Behandlungsweisen unterwerfen und so in eine große Reihe von Leder-n mit weitgehend unterschiedenen Eigenschaften zu andeln gelernt hat, die allerdings nicht oder vor-g nur in engen Grenzen begrifflich oder zahlenmäßig elegt werden können. Die gewaltige Zahl verschie-er Ledersorten ergibt sich aus folgenden Bedingungen:

Bedingungen für die Verschiedenheit der Ledersorten

1. Ursprung der Haut: a) Tiergattung, Geschlecht, Alter, b) Lebensweise des Tieres, c) Gewinnung des Felles (Tötungsart).
2. Zustand der Haut vor dem Gerben: a) grüne Haut, b) gesalzene, c) getrocknete, d) geräucherte Haut.
3. Behandlung der Haut nach den verschiedensten Gerbereiverfahren.
4. Zurichten des Leders nach dem Gerben.
5. Lage des Lederausschnittes zur ganzen Haut.
6. Behandlung des Leders während der Verwendung im Betriebe.

Wenn auch der Hauptteil der zu Leder verarbeiteten Häute vom Rinde stammt, so ist es doch wichtig, auch die andern Tiergattungen zu nennen, aus deren Häuten Leder gewonnen wird, wobei von den zur Pelzgewinnung dienenden Tieren abgesehen sei. Es sind dies: Alligator, Antilope, Büffel, Eidechse, Esel, Gazelle, Gemse, Haifisch, Hirsch, Hund, Känguruh, Krokodil, Maultier, Nashorn, Nilpferd, Reh, Renntier, Roß, Schaf, Schlange, Schwein, Seehund, Walfisch, Zebra, Ziege.

Ohne weiteres ist es zu verstehen, daß Geschlecht und Alter der Tiere auf die späteren Eigenschaften des Leders von großem Einfluß sein müssen. So ist z. B. Leder für Treibriemen unübertrefflich, wenn es aus den Häuten junger Ochsen gewonnen wird. Nur dann hat es die Eigenschaften, die einen guten Treibriemen auszeichnen sollen; es ist fest, dicht, elastisch und gleichmäßig. Die Haut einer Kuh ist feinfaseriger, aber weniger elastisch, als die des Ochsen. Die Haut eines Bullen ist grobfaseriger und weist viele Ungleichmäßigkeiten in der Dicke auf, indem sie einen verhältnismäßig dünnen Rükken, dagegen starke Hals- und Seitenteile hat. Der Gerber nennt eine solche ungleichmäßig dicke Haut „abfällig" oder „von schlechter Stellung".

Was die Lebensweise betrifft, so ist es nicht gleichgültig, ob das Tier, von dem die Haut stammt, im zahmen Zustande, z. B. in einem europäischen Stall oder auf der Weide gehalten wurde, oder ob es mit der Herde halbwild in den Prärien Südamerikas gelebt hat. Denn die Nahrung der zahmen Tiere ist anders als die der freilebenden, und auch die Witterungseinflüsse machen sich bemerkbar. Ferner sind die im Freien lebenden Tiere mehr der Gefahr ausgesetzt, von Insekten gestochen zu werden, sich gegenseitig im Kampfe zu verletzen oder sich an Stacheldrahtzäunen und Stacheln von Kakteen und andern Dornen zu reißen. So findet man, namentlich in den sogenannten Wildhäuten, das sind Häute von in der Freiheit lebenden Tieren, Insektenstiche, und besonders die Larve der durch internationale Maßnahmen bekämpften Dasselfliege hinterläßt oft tief in die Haut eingegrabene Narben, die noch im fertigen Leder deutlich zu erkennen sind und seinen Wert ganz erheblich herabsetzen. Ebenso nachteilig sind die Narben der in die Haut des Tieres eingebrannten Eigentumsstempel, deren Platz nicht immer mit Rücksicht auf die Verwendbarkeit des Leders gewählt wird. Schließlich ist auch die Art der Tötung des Tieres von Einfluß auf die spätere Beschaffenheit des Leders. Die Häute der infolge Krankheit verendeten Tiere sind nicht so wertvoll, wie die solcher Tiere, die durch Schlachtung oder auf der Jagd erlegt, plötzlich aus dem gesunden Leben herausgerissen werden.

Allen diesen Unterschieden in der Haut — und es sind hier nur die hauptsächlichsten genannt — entsprechen später ebensoviele in der Ledersorte und Leder-

Abb. 1
Hautquerschnitt.

güte. Nur die Jahrtausende alte Erfahrung hat den Menschen gelehrt, sich alle diese Unterschiede zunutze zu machen und für jeden Verwendungszweck das geeignetste Ausgangserzeugnis zu finden und es der mit Rücksicht auf den Endzweck richtigsten Behandlungsweise zu unterziehen. Denn wie jeder natürliche Einfluß, so äußert sich später auch jede Handhabung, die überhaupt mit dem Leder vorgenommen wird, in dessen Beschaffenheit. Nur können wir hierbei Ursache und Wirkung noch nicht restlos wissenschaftlich erfassen und zum Ausgangspunkt genau vorgeschriebener Gerbverfahren machen, sondern wir sind meist auf Überlieferung und Zufall angewiesen.

Behandlung des Leders vor dem Gerben

Schon vor dem Gerben werden die Häute verschieden behandelt. Die einen bleiben frisch und werden sofort in die Gerberei gegeben. Sie heißen dann „grüne Häute". Die andern werden frisch eingesalzen, damit sie auf dem weiten Transportweg nicht faulen. Wieder andre werden an der Luft, an der Sonne oder im Rauche eines Holzfeuers getrocknet und so vor Fäulnis bewahrt. Das ist sehr wichtig, und zwar darf die Haut weder im Ganzen noch auch nur stellenweise in Fäulnis geraten, weil diese das Leder in einen gallertartigen Zustand versetzt, der in der frischen Haut schwer zu erkennen ist, sich aber im fertigen Leder nachteilig bemerkbar macht, indem er die Festigkeit des Leders herabsetzt. Treibriemen, deren Leder solche Stellen aufweist, sind gefährlich, weil sie vorzeitig und unerwartet platzen und dadurch Betriebstörungen und Unfälle herbeiführen können. Die Verhütung von Fäulnis muß auch beim Transport und bei der Aufbewahrung von Leder besonders beachtet werden.

Das Gerben

Der wichtigste Abschnitt auf dem langen Wege von der Rohhaut bis zum fertigen Ledergegenstand ist das Gerben. Es ist zu verwundern, wieviel verschiedene Gerbverfahren die Menschen seit unerdenklichen Zeiten ausgebildet und angewendet haben. Von einer eigentlichen Erfindung der Gerberei kann man überhaupt nicht sprechen, und die Behauptung, der Chinese Sching-fang sei der Erfinder der Ledergerberei gewesen, gehört wohl ebenso dem Reiche der Fabel an, wie die des Plinius, der diese Großtat dem Griechen Tychius zuschreibt. Es steht nur fest, daß die Bereitung von Leder bis in die frühesten Zeitalter der Menschheit zurückreicht, wie Lederfunde in den ägyptischen Pyramiden beweisen.

Gerben ist die Verwandlung roher Tierhaut in Leder. Während rohe Haut durchscheinend ist, leicht, besonders bei Feuchtigkeit, in Fäulnis übergeht, beim Kochen Leim bildet und, wenn getrocknet, hornartig wird, ist Leder ein undurchsichtiges Fasergewebe, das selbst bei Nässe eine außerordentlich große Haltbarkeit hat und erst nach sehr langem Kochen in Leim übergeht. Nur ein Teil der ganzen Tierhaut wird beim Gerben zu Leder verarbeitet, nämlich die von der Oberhaut und Fetthaut entblößte Lederhaut. Man kann nämlich bei der Haut drei Schichten, Abb. 1, unterscheiden, die Oberhaut oder Epidermis, die wiederum aus der Hornhaut und der Schleimheit besteht, die Lederhaut oder Corium und die Un haut oder Fetthaut. Zwischen der Oberh und dem Corium bildet der sogenannte Nar eine deutliche Abgrenzung, während das Cori sich von der Unterhaut weniger scharf abgre Die Haare sitzen mit ihren Zwiebeln in Lederhaut und durchbrechen Narben und Ob haut, so daß man in dem bloßgelegten N ben noch deutlich die Stellen erkennen ka an denen Haare gesessen haben. Besond leicht ist dies am Schweinsleder zu bemerk weil die dicken Borsten natürlich auch e sprechend große Durchbrechungen hinterlass Schweinsleder zeigt daher das bekannte N benbild. An der Durchbruchstelle der Ha sitzen um diese herum auch noch die Ta drüsen, die zum Einfetten der Haare dien Ferner enthält das Corium die Schweißdrüsen mit ihr feinen an die Oberhaut führenden Kanälen, den Por Die Oberhaut ragt in die vielen kleinen Vertiefungen d Narbens mit ebensovielen winzigen Zäpfchen hinein u ist auf diese Weise mit der Lederhaut fest verbunden.

Vorbereitungen vor dem Gerben

Aus Abb. 1 geht schon klar hervor, daß es sich der ersten Vorbereitung zum Gerben darum hand muß, die Lederhaut von der Ober- und Unterhaut zu e blößen. Man nennt diese beiden Arbeiten das En haaren und Entfleischen. Sie werden beide nassen Zustande der Haut vorgenommen. Getrockn Häute müssen daher erst wieder aufgeweicht, gesalzene du Wässern entsalzt werden. Die Haare werden gelock indem die Häute in Gruben der Wirkung von Kalk o Schwefelnatrium ausgesetzt werden. Hierzu nahm m früher Holzasche, und daher hat das Verfahren he noch die Bezeichnung des Äscherns. In der Kalkbr wird namentlich die Schleimschicht aufgelöst, so daß vorerwähnte Befestigung zwischen Oberhaut und Le haut gelockert wird. Die Oberhaut samt Haa läßt sich dann ganz leicht von der Lederhaut abschab was früher auf dem sogenannten Baume (einem schr liegenden Bocke) mit dem Haareisen, einem stump zweihändigen Messer bewerkstelligt wurde, währ neuerdings dazu die Enthaarmaschinen ben werden.

Die älteste dieser Maschinen ist die Enthaarmasch mit umlaufendem Kegel, Abb. 2. Sie ahmt noch ganz Handarbeit nach, indem bei ihr die Haut über eine dr bare kegelförmige Holztrommel gelegt und von gera Messern, die an einem endlosen Riemen sitzen, strei weise bearbeitet wird. Der Druck der Messer kann Arbeiter willkürlich eingestellt werden.

Abb. 2
Enthaarmaschine mit umlaufendem Kegel der Maschinenfabrik Moenus, A.-G., Frankfurt a. M.

Alle neueren Maschinen arbeiten mit Messerwalzen, denen die Messer schraubenförmig angeordnet sind. Der erschied besteht nur in der Art der Unterlage, auf der Fell liegt, wenn es von den Messern bearbeitet wird. Unterlage besteht bei der Enthaarmaschine nach L e i d- , Abb. 3 (Bildbl. 25), aus einer zylindrisch gebogenen te, die mit einer Gummidecke bespannt ist und über hinweg die Messerwalze, von den beiderseits an- achten Schwingern gelenkt, wandert. Bei der in 4[1]) dargestellten Enthaarmaschine dagegen wird die rlage durch eine elastische Walze gebildet. Das Fell l von Walzen zwischen der Messerwalze und der nmiunterlage hindurchgezogen, vergl. a. Abb. 5 und 6.

Die Schwierigkeit beim mechanischen Enthaaren be- t darin, daß die Messer dickere Stellen der Haut t zu scharf angreifen dürfen. Die Haut muß sich viel- r bei dickeren Stellen weiter in die elastische Unter- eindrücken als bei dünnen; sie muß sich gewisser- en immer der Messerwalze in einer ebenen Fläche ieten. Ferner dürfen sich beim Durchlaufen der t durch die Maschine keine Falten bilden, was zu ver- n erstens eine Aufgabe des bedienenden Arbeiters zweitens aber durch die schraubenförmige Anordnung Messer erreicht wird, indem diese in von der Mitte aus nden rechts- und linksgängigen Schraubenlinien ver- n und daher die Haut immer von der Mitte aus nach n breitziehen oder ausstreichen, eine Wirkung, wie sie auch im Textilmaschinenbau bei den sogenannten thaltern erzielt. Die Messer dürfen nur stumpf ab- ndete Schneiden haben, damit sie die Lederhaut nicht etzen, vielmehr die Haare und die Oberhaut nur t abstreifen. Sie dürfen auch nicht gegen die Wir- der zum Enthaaren benutzten Kalk- und Schwefel- t umbrühen empfindlich sein. Darum hat sich S c h i e - zu diesem Zwecke besonders geeignet gezeigt.

Das E n t f l e i s c h e n soll die Lederhaut von der rhaut oder Fetthaut nebst den etwa noch anhaftenden chteilen befreien. Es wurde früher mit der Hand auf n sogenannten Schabebaum, auch einem schrägstehen- Bocke mittels des Scherdegens ausgeführt, neuerdings r es aber auch durch Maschinen bewerkstelligt, die ähnlich den eben besprochenen Enthaarmaschinen ut sind, aber statt der stumpfen Schabemesser aus fer solche aus Stahl mit scharfen Kanten haben. e Walzen werden mit einer sehr hohen Umdrehungs- (etwa 1450 Uml./min) betrieben und durch Vorbei- n einer besonders eingebauten Schleifvorrichtung eschärft. Auch bei den Entfleischmaschinen besteht ufgabe darin, die Lederhaut beim Durchziehen durch laschine möglichst zu schonen und die Haut auf einer schen Unterlage so zu lagern, daß den Messern der rwalze immer eine gerade Angriffslinie dargeboten wird. Auch hier dürfen alle dickeren Stellen der Haut also nicht stärker gegen das Messer angedrückt werden, was geschehen würde, wenn man die Haut auf einer starren Unterlage der Messerwalze darböte. Die verschiedenen auf dem Markte befindlichen Entfleischmaschinen unterscheiden sich besonders durch die Art der elastischen Unterlage, die aus federnden Gliedern, aus einer Gummiwalze, aus einem mit Druckluft gefüllten Schlauch oder aus einem solchen in Verbindung mit einer biegsamen mit Messinggliedern ausgerüsteten Leiste bestehen.

[1] Abb. 3, 4, 12 u. 13 s. Bildbl. 25.

Abb. 7
Gerbfaß mit doppeltem Vorgelege,
Badische Maschinenfabrik Durlach.

Abb. 5 und 6
Arbeitsweise einer Entfleischmaschine.

a Messerwalze
b schraubenförmig angeordnete Messer
c Gummischlauch
d unter Druck gehaltener Luftschlauch
e Haut
f, *g*, *h* Förderwalzen

Abb. 5 und 6 stellen eine solche Maschine dar, und zwar geöffnet und zur Arbeit geschlossen. Die Messerwalze *a* mit den schraubenförmig auf ihr angeordneten Messern *b* ist senkrecht einstellbar. Unter ihr liegt die elastische Unterlage, die hier aus einem starken Gummischlauch *c* besteht, in dessen Innerem ein unter Druck gehaltener Luftschlauch *d* liegt. Die Haut *e* wird bei angehobener Messerwalze *a* und ausgeschwenkter Förderwalze *f* eingelegt. Sodann wird die Messerwalze gesenkt und die Förderwalze *f* zwischen die beiden Förderwalzen *g* und *h* gerückt. Die drei Förderwalzen bewegen sich nun in der durch Pfeile kenntlich gemachten Drehrichtung und ziehen die Haut *e* zwischen der Messerwalze *a* und der Unterlage *c* gegen die Schnittrichtung der Messer *b*.

Die Gerbverfahren

Nachdem nun die Haut enthaart und entfleischt ist, bleibt nur noch die von Oberhaut und Unterhaut entblößte Lederhaut zurück, die daher auch den Namen Blöße führt. Sie wird nunmehr den verschiedenen eigentlichen Gerbverfahren ausgesetzt. Man unterscheidet hierbei:

I. V e g e t a b i l i s c h e G e r b u n g (Loh- und Rotgerberei). Sie arbeitet mit folgenden Gerbstoffen, von denen nur die wichtigsten genannt werden können:

a) Rinden von: Eiche, Fichte, Weide, Vogelbeere;
b) Holz von: Quebracho;
c) Wurzeln von: Sassafras, Tormentil, Ratanhia;
d) Blätter von: Sumach, Quebracho;
e) Früchte von: Myrabolan, Algarobilla, Dividivi, Valonea;
f) Gallen: Aleppo- und sonstige Galläpfel, Knoppern.

II. M i n e r a l g e r b u n g. Hierbei werden verwendet: Chromalaun, Kochsalz, Kaliumbichromat, Natrium-Thiosulfat, Salzsäure, Schwefelsäure und Chromochlorid.

III. W e i ß g e r b u n g. Sie arbeitet mit Alaun, Kochsalz, Mehl und Eidotter.

IV. F e t t g e r b u n g mit Tran, Talg (fettgares Leder), Glyzerin (Transparentleder), Pferdefett (Crown-Leder), Milch u. a.

V. A l d e h y d g e r b u n g, bei der mit Formaldehyd ein weißes, weiches Leder erzielt wird.

Abb. 8
Rangiermaschine,
Maschinenfabrik Moenus, A.-G., Frankfurt a. M.

Außer nach den hier genannten Gerbstoffen trennt man die Verfahren auch noch danach, ob die Gerbung in Gruben, in Gerbfässern oder in beiden vorgenommen wird, in Grubengerbung, Faßgerbung und gemischte Gerbung. Früher legte man die Häute, um gutes Leder zu erzielen, monate-, ja sogar jahrelang in Gruben, aber bei der Unmenge von Leder, die heute erzeugt werden muß, würde man ein riesiges Kapital in diese Häute stecken müssen, und die große Anzahl von Gruben würde ein Vielfaches des heute den Gerbereien zur Verfügung stehenden Raumes beanspruchen. Es ist daher selbstverständlich, daß die Gerbereien danach streben, den Gerbevorgang möglichst abzukürzen, und dies geschieht einesteils durch stärker wirkende Gerbextrakte, andernteils durch die Wirkung des Gerbfasses, Abb. 7. Die Gerbfässer sind große, motorisch angetriebene Tonnen aus Holz, die dauernd ihre Drehrichtung wechseln und mittels der an den Innenwänden sitzenden Holzpflöcke die darin befindlichen Häute herumwälzen, ohne daß diese sich zu Klumpen zusammenballen können. So kommen immer wieder andre Teile der Gerbbrühe mit wechselnden Teilen der Häute zusammen und das Ergebnis ist eine viel schnellere, weil heftigere Gerbung. Da aber die reine Faßgerbung nicht so vorzügliches Leder ergibt wie die Grubengerbung und die Häute in den Fässern stark mitgenommen werden, so wendet man sie meist in Abwechslung und Gemeinschaft mit der alten Grubengerbung an.

1. Beispiel. Das Gerben von Riemenleder. Aus der großen Anzahl der Verfahren sei das der Herstellung guten Treibriemenleders beschrieben, das ja für den Ingenieur das wichtigste ist.

Abb. 9
Lederschere mit schrägstehendem Messer, Pressern und schrägem Auffangtisch,
Dietz & Listing, Leipzig.

Es wurde schon vorher gesagt, daß die besten Tr riemen aus den Häuten junger Ochsen hergestellt wer können. Eine weitere Bedingung für Riemen von höch Güte ist, daß nur reine Grubengerbung angewendet w Um hierfür Gewähr übernehmen zu können, haben gr Treibriemenfabriken eigene Gerbereien in Betrieb, in de sie selbst gerben, oder sie gehen Lieferverträge mit zu lässigen Gerbereien ein, deren Arbeitsweise ihnen kannt ist oder von ihnen vorgeschrieben und beaufsich werden kann. Auch den Verbraucher der Treibrie selbst will man neuerdings durch das Aufschlagen e vom Verband deutscher Treibriemenfabrikanten vorgesc genen Stempels davon überzeugen, daß der damit gez nete Treibriemen nur in reiner Grubengerbu hergestellt ist, ein Beweis, wie wichtig gerade beim Rien leder dieses Gerbeverfahren ist.

Nach dem Enthaaren und Entfleischen werden die reinigten Häute der Reihe nach in etwa zehn Gruben gehängt (Hängefarben), in denen die Stärke der G brühe immer zunimmt. In der ersten Grube verblei die Häute nur einen Tag, die darin befindliche Brühe die älteste und schwächste. In den weiteren neun Gru verweilen die Häute dagegen je zwei Tage. Zur G brühe, die mehr und mehr verstärkt wird, nimmt man e Teil der Brühe, die vorher in den später erwähnten senken gebraucht worden ist. In den ersten fünf Gru

Abb. 10. Hauteinteilung.

werden die Häute täglich mehrere Male aufgeschl d. h. herausgenommen, gewendet und wieder eingeh in den letzten fünf Gruben nur einmal am Tage.

Sind die Häute durch alle zehn Gruben gelaufen, so den sie flach übereinander in leere Gruben, die Vers gebreitet. Zwischen die Häute wird der Gerbstoff, auf der Mühle zerkleinerte Lohe, eingestreut. Er be z. B. aus reiner Eichenlohe oder aus 70 vH Fichten und 30 vH Quebracho. Sind die Häute nebst dem stoff in die Versenke eingelegt, so werden diese mit brühe angefüllt, und zwar auch hier mit steigendem halt, der mit dem Aräometer nachgeprüft wird. Im e Versenk bleiben die Häute etwa zwölf Tage, im zw etwa fünfzehn, im dritten etwa zwanzig Tage; hier werden sie noch rd. vier Wochen einer sehr starken brühe ausgesetzt.

Da man nun zu Treibriemen nicht die ganze Haut wenden will, sondern nur das beste davon, das sogen Kernstück, der übrigbleibende Abfall aber keinen Preis erzielt, so darf der Abfall auch nicht zu lang gleichen Gerbverfahren verbleiben, weil er sonst zu würde. Man zerteilt daher die Häute vor der Wei handlung und übergibt den Abfall einem billigeren Faßg verfahren. Das Zerteilen der Häute, auch Crouponiere nannt, weil der sogenannte Croupon oder das Kern

Frieling: Verfahren der Lederherstellung

Abb. 3
Walzen-Enthaarmaschine „Pelava“ der Maschinenfabrik
Moenus, A.-G., Frankfurt a. M.

Abb. 4
Walzen-Entfleisch- und -Enthaarmaschine der Maschinen-
fabrik Turner, A.-G., Oberursel.

Abb. 12
Tafel-Ausreck- und -Ausstoßmaschine mit zwei Tischen der
Bayerischen Maschinenfabrik F. J. Schlageter, Regensburg.

Abb. 13
Ausstoßmaschine mit breiter Trommel und schmaler
Messerwalze der Maschinenfabrik Turner.

Frieling: Verfahren der Lederherstellung

Abb. 14
Ausstoßmaschine mit Trommel und ebenso breiter Messerwalze der Maschinenfabrik Turner.

Abb. 21
Lederwalzmaschine mit Rollen-Wagenführung (Karrenwalze) der Bayerischen Maschinenfabrik F. J. Schlageter; vergl. Abb. 22, S. 331

Abb. 19
Kleine Bandmesser-Spaltmaschine der Maschinenfabrik Moenus.

Abb. 20
Große Bandmesser-Spaltmaschine der Maschinenfabrik Moenus.

Frieling: Verfahren der Lederherstellung

Abb. 32
Chagriniermaschine mit zwei Walzen der Maschinenfabrik Moenus.

Abb. 33
Platten-Chagriniermaschine mit beweglichem Tisch der Maschinenfabrik Moenus.

Abb. 34
Chagriniermaschine mit festem Tisch der Badischen Maschinenfabrik und Eisengießerei Durlach.

Abb. 35
Mit Flüssigkeitsdruck arbeitende Zweiplatten-Chagriniermaschine der Maschinenfabrik Turner.

Abb. 11
Ausstoßmaschine mit einem Schlicker.
Maschinenfabrik Moenus.

Abb. 15
Ausstoßmaschine für kleine Lederstücke,
Maschinenfabrik Turner.

…i aus der Haut geschnitten wird, muß man einem er…enen Arbeiter anvertrauen; denn es ist sehr wichtig, daß …i möglichst wirtschaftlich vorgegangen wird. Einer… muß aus der Haut ein möglichst großes Kernstück …uskommen, anderseits darf die Güte des Riemens nicht …h Hinzunahme von zuviel wertlosen Seiten- oder Hals…in zum Croupon in Frage gestellt werden. Wenn die …te im nassen Zustande getrennt werden, so schneidet … sie meist mit der Hand mittels eines Lineales und …s scharfen Ledermessers, da sich ja nasses Leder sehr …t zertrennen läßt. Wird das Trennen dagegen erst am …gen, trocknen Leder vorgenommen, so bedient man sich … oft einer sogenannten Rangiermaschine, die mit einem … 2 m breiten Messer ausgerüstet ist und guillotine…rt wirkt, indem das Messer mit einem Schlage auf der …en Breite schneidet, Abb. 8. Man nimmt dazu aber … Scheren, die mit schrägliegendem Messer arbeiten, …i nur der Schnitt leicht krumm verläuft, Abb. 9.

In Abb. 10 ist eine ganze Haut dargestellt, sowie die …ichnung aller Teile angegeben, in die sie zerfällt. Der …n ist dabei durch Schraffur hervorgehoben.

Während es nun bei dem Weitergerben des Abfalles …auf ankommt, hohes Gewicht zu erhalten, weil der Abfall … Gewicht verkauft wird, liegt bei der Weiterverarbei… der Kernstücke das Schwergewicht in der Erzielung …dlosen Riemenleders; man erhält es durch Ein…en der Kernstücke in eine gesättigte Gerbbrühe, in der …ier Wochen verbleiben. Hierbei wird ein aus reiner …enlohe oder 75 vH Fichte und 25 vH Quebracho be…nder Gerbstoff gebraucht. Sodann werden die Kern…e 24 Stunden in Wasser ausgewaschen und dann ge…t. Während man früher die Kernstücke mit soge…ter Tafelschmiere im kalten Zustande durch Bürsten …ttete, werden sie jetzt meist in flüssiges warmes Fett …taucht. Dies Verfahren bezeichnet man mit Einbren…. Dazu wird eine Mischung von reinem Rindertalg …Stearin oder Paraffin benutzt. Die Kernstücke nehmen …el Fett auf, daß sie im Höchstfall um 12 vH schwerer …en. Das Fett macht den Riemen geschmeidiger und …arer.

Ist das Kernstück so behandelt, so zeigt es meist eine …e, hellbraune Farbe, die es vor zu schnell oder im … gegerbtem Leder auszeichnet. Um aber auch solchem …r die geschätzte hellere Farbe zu verleihen, wird es … selten künstlich gebleicht. Hierzu wird das Kern… in Sodalösung und verdünnte Schwefelsäure ge…t und dann sorgfältig wieder ausgewaschen. Aber es …eiben doch immer kleine Säurereste im Leder, die … schleichende Zerstörung der Fasern hervorrufen. …alb soll man lieber keinen so großen Wert auf die … Farbe legen.

Nach dem Bleichen, Auswaschen und Trocknen werden die Kernstücke ausgestoßen, worunter man ein Verfahren versteht, bei dem das Leder durch Ausstreichen mit einem flachen Stein oder einer Glasplatte, Schlicker genannt, geglättet und eingeebnet wird. Da das Fell eine Art Beutel darstellt, der den Körper umschließt, so hat die abgezogene Haut und ebenso das gegerbte Leder nicht etwa ebene Gestalt, sondern sie bildet an den Seiten Falten, wenn man sie auf eine ebene Platte breitet. Ein glattes ebenes Leder läßt sich nur erzielen, wenn man die glatten Rückenteile durch Streichen so ausdehnt, daß die Falten der Seitenteile verschwinden. Auch diese Arbeit wird natürlich in neuzeitlich eingerichteten Gerbereien von Maschinen verrichtet, die sich nach der Art und Bewegungsweise des Glättwerkzeuges sowie nach der Gestaltung der Unterlage für das Leder unterscheiden. Das Werkzeug kann aus einzelnen Schlickern bestehen, die an einem endlosen Riemen befestigt sind und immer in gleicher Richtung unter Druck über das Leder gezogen werden. Oder es sind nur zwei Paare solcher Werkzeuge vorhanden, die an einem hin- und hergehenden Kopfe mittels Schwinghebels befestigt sind und von der den Kopf bewegenden Pleuelstange abwechselnd unter einstellbarem Federdruck auf das Leder gepreßt werden.

Mit nur einem Schlicker arbeitet dagegen die in Abb. 11 dargestellte Ausstoßmaschine, deren Tisch seitwärts beweglich ist. Der Schlicker streicht beim Hingang unter einstellbarem Druck über das Leder hin, während er beim Hergang gehoben ist. Eine kinematisch beachtenswerte Lenkervorrichtung dient zum Geradeführen des Schlickers.

Eine andre Gruppe von Ausstoßmaschinen hat als Werkzeug eine kurze oder lange Messerwalze, deren schraubenförmig angeordnete Messer stumpf sind. Bei den Maschinen mit kurzen Messerwalzen müssen die Messer verschiebbar sein, um an alle Stellen der Haut heranzukommen. Man vergleiche die Ausstoßmaschine mit hin- und herbeweglicher Walze und fahrbarem Tisch, Abb. 12 (Bildbl. 25), oder die Maschine mit in Achsrichtung verschiebbarer Messerwalze und darunterliegender Trommel, Abb. 13. Die Messerwalzen der Maschinen mit langer Walze dagegen machen nur umlaufende, aber nicht fortschreitende Bewegung, da sie lang genug sind, um die ganze Haut auf einmal zu erfassen. Sie haben meist Trommeln als Unterlage, die mit einer elastischen Decke belegt sind. Durch die Betätigung eines Fußtrittes wird die Messerwalze an das Werkstück herangeführt oder von ihm entfernt. Die Drehrichtung der Trommel läßt sich umkehren, Abb. 14 (Bildbl. 26).

Für kleinere Lederstücke und Abfalleder wird eine leichtere Maschine mit schmaler Messerwalze benutzt, die aber sonst ganz ähnlich wirkt, wie die vorher bespro-

chene, nur daß bei ihr durch den Fußtritt die Auflagetrommel gegen die feststehende Messerwalze gedrückt wird, Abb. 15.

Nachdem die ausgestoßenen Kernstücke an der Luft getrocknet sind, können sie endlich zu Treibriemen weiterbearbeitet werden.

2. Beispiel. Das Gerben von Boxkalf-Oberleder. Bei der geschilderten Herstellung von Riemenleder kommt es darauf an, Leder von besonders großer Zugfestigkeit zu erzielen. Ähnliche Ansprüche werden auch an das Sohlleder und an Sattlerleder gestellt, dessen Herstellung sich daher nicht viel von der des Treibriemenleders unterscheidet und hier nicht besprochen werden soll. Ganz andre Eigenschaften werden aber von dem zu Schuh-Oberteilen verwandten Leder verlangt; denn dieses muß von besonderer Elastizität sein, da es über den Leisten gespannt dessen ballige Form annehmen muß, ohne Falten zu werfen und im Gebrauche den millionenfachen Biegungsbeanspruchungen beim Gehen Widerstand zu leisten hat. Ferner soll das Oberleder gute Wetterbeständigkeit, einen glatten, schönen und fehlerlosen Narben haben und spezifisch leicht sein. Allen diesen Anforderungen entspricht am meisten das seit etwa einem halben Jahrhundert zu Oberleder verwendete Chromleder. Seine Herstellung beruht auf einer deutschen Erfindung (Knapp, Braunschweig), wurde aber erst in Amerika durchgebildet und dann wieder nach Deutschland übernommen. Da die Chromgerbung heute das wichtigste Gerbverfahren für Oberleder ist, so soll es hier auch noch kurz geschildert werden.

Zu Oberleder werden Häute von Kälbern (Boxkalf), von Ziegen oder Schafen (Chevreau und Chevretten) und gespaltene Rindhäute (Rindbox) benutzt. Alle drei Sorten werden heute vorzugsweise mit Chrom gegerbt. Die Vorbereitungsarbeiten, wie das Weichen, Enthaaren, Entfleischen, sind dabei ganz ähnlich wie bei der Lohgerbung. In den meisten Fällen kommt aber zur Vorbereitung das sogenannte Pickeln hinzu, wodurch eine bessere Durchgerbung und ein schönerer Narben erreicht wird. Die Häute gelangen hierbei, nachdem sie von den Resten der Kalk- oder Schwefelnatriumlösung, die zum Enthaaren gedient hatte, durch Auswaschen und Beizen befreit worden sind, auf kurze Zeit in eine dünne Lösung von Kochsalz und Schwefelsäure, die sogenannte Pickel-(Pöckel-)brühe.

Abb. 17 und 18
Schema der Bandmesserspaltmaschine.

Abb. 16
Treibhaspelgeschirr,
Badische Maschinenfabrik Durlach.

Bei der darauffolgenden Chromgerbung handelt es sic darum, einen gewissen Teil von Chromsalzen vom Lede aufnehmen zu lassen, wobei beachtenswert ist, daß diese Gewichtsteil nur etwa 4 vH beträgt, so daß sich das bein Chromleder als Vorzug geltende niedrige spezifische Ge wicht ergibt.

Man unterscheidet zwei Arten von Chromgerbung, da Einbad- und das Zweibadverfahren. Beim Einbadverfahre werden die Blößen in einer Lösung von Chromsalzen, z. B Chromalaun unter Zusatz von Sodalauge gegerbt, die zu Neutralisierung dient. Dies kann in den erwähnten Hänge farben, als auch in sogenannten Haspelgeschirren, Abb. 16 Trögen, in denen ein Rührwerk die Häute nebst der Gerb brühe dauernd in Umlauf erhält, schließlich auch in Gerb fässern, geschehen. Beim Zweibadverfahren werden di Häute zuerst in einem sauren Bade mit den Chromsalze beladen, im zweiten Bade wird dann die Chromsäure durc Natriumhyposulfit, Natriumbisulfit und andre Mittel unte Zusatz von etwas verdünnter Salzsäure reduziert. Auc das zweite Bad wird in Haspelgeschirren oder Gerbfässer verabfolgt. Für beide Gerbverfahren gibt es viele ver schiedene käufliche Gerbextrakte, deren Verwendung seh bequem ist. Nach dem Gerben werden die Häute gespül und für das Färben vorbereitet, das sich meist unmittelba anschließt.

Das Spalten von Leder

Außer der Chromgerbung hat man im vorigen Jah hundert noch einen andern gewaltigen Fortschritt in de Herstellung von geeignetem Oberleder erzielt durch Ein führung der Bandmesserspaltmaschine, mit der man im stande ist, den Narben des Leders in jeder gewünschte Dicke auf Zehntel Millimeter genau und über die ganz Ausdehnung der Haut gleichmäßig mit einem Zuge abzu spalten. Mit dieser Maschine werden natürlich nicht nu Oberleder, sondern auch alle andern Gebrauchsleder, di man nicht in der natürlichen Dicke verwenden will, ge spalten, wie z. B. Leder zu Sportanzügen, Klubstühler Portefeuilleleder, Buchbindernarben usw. Wohl gab e auch schon vor Einführung der Bandmesserspaltmaschin andere Spaltmaschinen, aber sie leisteten ihre Arbeit nich entfernt so genau, fehlerfrei und schnell.

Die Bandmesserspaltmaschine hat ein endloses Messe das ähnlich wie die Bandsäge auf zwei auseinander spann baren Scheiben läuft und mit großer Geschwindigkeit durc das Leder gezogen wird (sogenannter ziehender Schnitt) ferner ein Walzenpaar, das das Leder verschiebt, es kur vor der Messerschneide erfaßt und dagegen drückt. Durc Einstellen der oberen Walze über der Messerschneide rege man die Dicke des Leders. Damit nun dickere Stellen ir Leder die Dickengleichmäßigkeit des Narbenteiles nich

Abb. 22
Wagen (Karren) der Lederwalzmaschine, Abb. 21 (Bildbl. 26).

Abb. 23
Falzmaschine mit 600 mm Arbeitsbreite von J. Krause, G. m. b. H., Altona-Ottensen.

ören, muß die untere Walze, die die Unterlage für das Valzgut bildet, nachgiebig sein. Sie besteht daher aus ner ganzen Reihe von schmalen Ringen, die sich auf ne elastische, mit Gummi belegte Walze stützen (Gliederalze), Abb. 17 bis 20[2]).

Die Bandmesserspaltmaschine hat eine an der Maschine elbst angebrachte Messerschleifeinrichtung, die während er Arbeit entweder dauernd oder, so oft man es wünscht, as Messer nachschleift, so daß es immer mit haarscharfer chneide arbeitet. Ferner ist bei neueren Maschinen noch ne selbsttätige Einrichtung vorhanden, die das Messer ntsprechend dem Maß, um das die Schneide abgeschliffen ird, wieder nach vorn stellt, damit die gegenseitige Stelung der beiden Walzen und der Messerschneide immer leich bleibt („Chilson-Apparat"). Die Bandmesserspaltaschine arbeitet so genau, daß man eine Haut in viele apierdünne Schichten, wie ein Buch, zerlegen kann. Daei ist es gleichgültig, in welchem Zeitpunkte des Gerberfahrens man das Spalten der Haut vornimmt, z. B. nach em Äschern, nach dem Gerben oder später. Man kann uch die Zerlegung dann vornehmen, wenn man den Abll, den sogenannten Spalt einer andern Behandlung unteriehen will, wie das Hauptleder. Das Spaltleder wird atürlich auch noch verwendet, indem man daraus billigere chuhe und andres herstellt.

Behandlung des Leders nach dem Gerben

Mit dem Spalten wurde eine Arbeit geschildert, die nsofern nicht rein unter die Behandlung des Leders nach em Gerben fällt, als sie sehr oft schon in einem früheren Punkt des gesamten Gerbeverfahrens vorgenommen wird. lle weiteren in nachfolgenden Zeilen dargestellten Areiten sind aber sogenannte Zurichtungen, die man immer ur am f e r t i g g e g e r b t e n Leder ausübt. Unter iesen kommt zunächst das Walzen des Leders in Betracht, womit man namentlich dem Sohlleder, auch Unterleder genannt, beiderseits eine glatte Oberfläche und eine roße Dichtigkeit verleihen will. Zum Walzen gebraucht nan heute außerordentlich stark gebaute Maschinen, Abb. 21 und 22, Karrenwalzen genannt, weil bei ihnen die igentliche kurze, hochglänzend polierte Walze von einem Karren getragen wird, der an der Unterseite des oberen Trägers hin- und hergleitet, während das Leder auf der nteren Bahn liegt. Die Walze wird durch Federdruck ach unten gegen die Bahn gedrückt; sie übt einen Geamtdruck bis zu 30 t aus. Eine lange Schraubenspindel, eren Umlaufrichtung von allen Stellen aus gesteuert verden kann, zieht den Karren hin und her.

Im Gegensatz zu den technischen Ledern, dem Treibiemen- und dem Sohlleder, bei denen man weniger uf eine schöne Oberfläche als auf hohe Festigkeit und Dichtigkeit Wert legt, werden fast alle andern Ledersorten nach dem Gerben einer Weiterbehandlung unterzogen, bei der man hauptsächlich die Herstellung einer Oberfläche erstrebt, die gerade dem beabsichtigten Verwendungszweck entspricht. Man kann diese Arbeiten einteilen in solche, die auf eine möglichst feinnarbige, glatte Oberfläche hinzielen, und solche, bei denen der Narben gerade hervorgehoben werden soll. Diesen Zurichtungsarbeiten geht noch allgemein das Färben voran, auf dessen Schilderung jedoch hier verzichtet werden muß, und das Herstellen einer über die ganze Lederfläche gleichmäßigen Dicke durch Abarbeiten der Fleischseite an einzelnen Stellen, das „Blanchieren" oder „Falzen". Wird dies am Leder unterlassen, so werden auch die nachfolgenden Zurichtarbeiten infolge unregelmäßiger Dicke erschwert und in ihrer guten Wirkung eingeschränkt.

Das B l a n c h i e r e n unterscheidet sich vom F a l z e n nur durch die Richtung, in der dabei das Leder zur Achsrichtung der Arbeitswalze bewegt wird; man bewegt beim Blanchieren schräg, beim Falzen senkrecht dazu. Früher wurden die Leder von Hand mit dem Blanchier- oder Falzmesser auf den Zurichtetischen, deren ebene Platten aus Glas, Marmor, Zink oder Kupfer bestanden, auf gleichmäßige Dicke gebracht. Die Klingen dieser Messer haben scharfe Schneiden, die durch Vorbeiziehen an einem Stahl ganz leicht umgelegt oder gefalzt werden, so daß man sie wie Ziehklingen gebrauchen kann. Die neuerdings verwendeten Maschinen dagegen arbeiten wiederum mit Messerwalzen von verschiedener Messerzahl, verschiedenem Schraubenwinkel und verschiedener Breite, deren Schneiden mittels hin- und hergehender, an der Maschine selbst angebrachter Schleifscheiben nachgeschliffen werden.

Die Falzmaschinen in verschiedenen Bauarten und Breiten, bei denen das Leder über eine mittels Fußtrittes betätigte Druckwalze läuft, Abb. 23, arbeiten im Grunde alle nach dem aus Abb. 24 ersichtlichen Schema. Ein

Abb. 24
Schema der Falzmaschine.

[2]) Abb. 14, 19, 20, 21 s. Bildbl. 26.

Abb. 25
Schleifmaschine ohne Tisch,
Maschinenfabrik Moenus.

Abb. 26
Schleifmaschine mit Tisch,
Maschinenfabrik Moenus.

Lüfter sorgt für das Absaugen der Falzspäne und des Schleifstaubes.

Um dem Leder auf der Fleischseite eine samtene Oberfläche zu geben oder auch um nicht gefalztes Leder gleichmäßig dick zu machen, wird die Fleischseite a b g e s c h l i f f e n, so besonders die von Handschuhleder. Fettiges Leder läßt sich nicht schleifen, weil der Lederstaub mit dem Fett die Zwischenräume zwischen den Schmirgelkörnern zusetzt. Auch für das Schleifen gibt es wieder eine Anzahl Maschinen, die in ihrer Bauart sehr den eben besprochenen Falzmaschinen ähneln, nur daß sie an Stelle der Messerwalze Schleifzylinder oder Trommeln führen, die mit Schmirgelleinen umspannt sind. Der in die Maschine eingebaute Lüfter saugt den Schleifstaub ab. Es werden Maschinen für kleinere Häute ohne Tisch, Abb. 25, sowie solche für größere Häute mit glattem Tisch, der nur von der Ausrückwalze unterbrochen wird, Abb. 26, gebaut.

Ist das Leder durch Blanchieren, Falzen oder Schleifen vollkommen gleichmäßig dick geworden, so kann man die Narbenseite in verschiedener Weise behandeln, um ihr den bei Leder besonders geschätzten frischen Glanz zu verleihen, ohne dabei jedoch die Feinheit der Narbenkörnung ganz zu zerstören. Dieser G l a n z wird mit den sogenannten Glanzstoßmaschinen, Abb. 27, erzielt, die als Werkzeug einen kurzen hochglänzend polierten Zylinder aus Hartglas oder Achat führen, der durch einen Lenker mechanisch geradlinig über den etwas federnden Tisch nach hinten geführt und in abgehobener Lage wieder vorgeholt wird. Der Arbeiter muß während des Vorlaufes das Leder immer wieder neu zurechtlegen, damit es streifenweise auf seiner ganzen Fläche mit dem Werkzeug ausgestrichen wird, und es beim Arbeitsgang des Werkzeuges mit seinem Körper am Tischrand festklemmen. Der Tisch kann gehoben und gesenkt werden, wodurch der Druck des Werkzeuges geregelt wird.

Ganz ähnlich ist die Bügelmaschine, Abb. 28, gebaut, nur trägt sie statt der Glänzrolle aus Achat ein Bügeleisen, das neuerdings elektrisch geheizt wird. Das Bügeln verleiht dem Leder, namentlich dem Chevreaux- und Boxkalfleder, Mattglanz. Der Narben tritt dabei schon merklich zurück, w e i l e r n i e d e r g e b ü g e l t wird. Will man Leder mit wirklichem Hochglanz herstellen, so lackiert man es. Man kann sowohl auf der Narbenseite

Abb. 27
Glanzstoßmaschine,
Maschinenfabrik Turner.

Abb. 28
Bügelmaschine mit elektrischer Heizung der
Klöcknerwerke, A.-G., Troisdorf.

auch auf der Fleischseite, ja sogar auf Spaltleder den ckiüberzug aufbringen. Die Arbeit selbst wurde bisher ız mit der Hand ausgeführt, und ähnelt dem Verfahren n Herstellen von Schleiflack auf Holz. Neuerdings wendet man aber auch Spritzverfahren. Die Leder ssen beim Lackieren sehr glatt auf Rahmen gespannt rden. Im übrigen ist es Sache des Betriebsleiters, rch Auswahl guten Lackes und feiner Schleifmittel, htiger Trockenverfahren usw. einen biegsamen, nicht springenden Lacküberzug zu erzielen; daher ist der Einıf von Lackleder immer Vertrauenssache.

Im Gegensatz zu den Arbeiten, die auf möglichst hohe ätte des Leders hinzielen, gibt es auch Verfahren, die zu dienen, den Narben mehr hervorzuheben, ihn aufkräuseln. Man nennt diese Arbeit das Krispeln er Pantoffeln, welcher Name davon herrührt, daß man her Werkzeuge benutzte, die einem Pantoffel glichen, em man das Leder mit dem Narben nach innen zummenlegte und die entstehende Falte durch Verschien der obenliegenden Lederhälfte mit dem auf der Unseite mit Kork belegten Pantoffel hin- und herrollte. e gleiche Arbeit wird heute von den Krispelmaschinen sgeführt, die mit zwei in gleicher Richtung laufenden l mit Kork belegten Walzen das Leder um die stumpfe nte einer am Tisch befestigten Stahlplatte herumhen, Abb. 29. Der Tisch läßt sich gegen die Walzen rschieben; die obere Walze kann man heben, um die beit zu unterbrechen. Nach diesem Grundsatz ist die ispelmaschine, Abb. 30, ausgeführt. Eine andre Art rd durch die Krispelmaschine, Abb. 31, vertreten. Sie zwei senkrechte, mit Kork überzogene Platten, die

Abb. 29
Schema der Krispelmaschine.

h in senkrechter Richtung hin- und herschieben. Das der hängt dabei über der stumpfen Kante einer Zwienplatte. Der Druck, mit dem die beiden Platten an Leder gepreßt werden, läßt sich mittels eines Handles regeln. Dadurch, daß eine der beiden Platten nur einer Richtung unter Druck arbeitet, beim Rückgang h jedoch vom Leder abhebt, wird das Leder weitergeoben.

Soll Leder, dessen Narben unansehnlich ist oder das Ganzen nicht wertvoll ist, den Anschein besseren ders mit schönen Narben erwecken, so prägt man ihm en falschen Narben künstlich auf. Auf diese ise werden minderwertige Leder, besonders Schafer, mit dem Narben hochwertiger Sorten, z. B. dem rben von Krokodil-, Schweins- oder Seehundleder rsehen, oder es wird die Narbenseite eines billigen ders mit der Prägung irgend eines Phantasiemusters rsehen, was vom künstlerischen Standpunkt eher zu ragen ist, als die Vortäuschung eines echten Narbens. sogar Spaltleder, das gar keinen Narben mehr hat, rd auf diese Weise wieder mit einem kräftigen Narben sgestattet und so für manchen Zweck noch verwendbar macht. Man kann meist nur unter dem Vergrößerungss erkennen, ob ein echter Narben, ein künstlicher auf n ursprünglichen Narben, oder schließlich ein künstner Narben auf Spaltleder vorliegt. Zum Einprägen nstlicher Narben oder andrer Muster wird das Leder, hdem es etwas durchfeuchtet oder, wie der Fachausck lautet, „dampf gemacht" worden ist, sehr hohem ezifischen Druck ausgesetzt, den man nur erzeugen

Abb. 30
Krispelmaschine mit zwei Trommeln, Maschinenfabrik Turner.

kann, indem man immer nur kleinere Felder oder Streifen des Leders behandelt, wenn man nicht zu der sehr großen Kraft einer hydraulischen Presse greifen will. Handarbeit kommt zum Narbenpressen so gut wie gar nicht mehr in Frage.

Von den üblichen Maschinen, den sogenannten Chagriniermaschinen, hat die mit zwei Walzen arbeitende, Abb. 32 (Bildbl. 27), zwei starke Längsträger, zwischen denen sich zwei Karren bewegen, ein unterer mit einer glatten Druckrolle, und ein oberer mit der das eingravierte Muster tragenden Rolle. Zwischen beiden Rollen schwebt ein Holztisch, der in der von den Rollen bestrichenen Bahn durchbrochen ist. In der Tischdurchbrechung liegt ein Stahlblech mit einer Filzunterlage, auf die das Leder gelegt wird. Die beiden Karren werden von zwei langen Schraubenspindeln von einem Ende der Maschine zum andern gezogen. An jedem

Abb. 31
Platten-Krispelmaschine, Fortuna-Werke, Stuttgart-Cannstatt.

Ende bleiben die Karren von selbst stehen, damit der Arbeiter vor dem nächsten Arbeitsgange das Leder wieder zurechtlegen kann, wobei er darauf achten muß, daß die nicht ganz zu vermeidenden Überlappungen zwischen den einzelnen Prägungen möglichst klein und wenig sichtbar werden. Die obere Walze oder Rolle wird mit Spiritus, Gas oder Dampf geheizt. Die Rollen-Chagriniermaschine bietet den Vorteil, daß das Leder nur im Augenblick des Anpressens mit der heißen Matrize in Berührung kommt.

Eine zweite Chagriniermaschine, Abb. 33[3]), arbeitet mit nur einer Druckrolle und einer in ihrer Länge der Rollenbahn entsprechenden, mit dem eingravierten Muster versehenen Preßplatte, die am oberen Träger mittels eines heizbaren Kastens, also mit dem Muster nach unten, aufgehängt ist. Der auch hier wieder durchbrochene Tisch läßt sich senkrecht bewegen und wird vor jedem Arbeitsgang angehoben. Das hat den Nachteil, daß das Leder während des ganzen Preßganges an der geheizten Musterplatte anliegt, was nicht jeder Ledersorte zuträglich ist.

Deshalb hat man noch eine dritte Art von Chagriniermaschine, Abb. 34, gebaut, bei der der Tisch unbeweglich in einem festen Abstande von der Preßplatte liegt und nur das Leder von der wandernden Rolle durch die Unter brechung im Tisch hindurch angehoben und an die Platt angepreßt wird.

Wesentlich anders arbeiten die Platten-Chagrinier maschinen, die mit zwei Platten ausgerüstet sind, eine unteren Druckplatte und einer oberen Musterplatte, zw schen denen das ganze Leder mit einem Male geprä wird. Es gehört hierzu natürlich ein gewaltiger Druck man arbeitet mit etwa 40 bis 50 kg/cm². Die früher üb lichen Kniehebelpressen wurden für diese Zwecke neuer dings durch starke Pressen mit Flüssigkeitsdruck er setzt, Abb. 35.

Auf die Behandlung des Leders im Betriebe und be der Verwendung, auf die Untersuchung des Leders m chemischen und physikalischen Mitteln sowie auf da Messen des Leders nach Gewicht und Flächeninhalt so in späteren, besonderen Aufsätzen eingegangen werden Es sei in dieser Hinsicht aber schon auf das Normenbla DIN 1821 hingewiesen.

Wer sich über Leder als Werkstoff, sowie über di technologischen Einzelheiten dieses Gebietes noch ein gehender unterrichten will, dem sei vor allem das Ge bereitechnische Auskunftsbuch für die gesamte Leder industrie von J. Schmidt, Durlach 1918, Selbstverlag empfohlen, worin er auch Angaben über das gesamt Schrifttum findet. [B 269]

[3]) Abb. 32 bis 35 s. Bildbl. 27.

Die Braunsteinvorkommen von Nicopol (Ukraine)

In den letzten Jahren ist auf dem europäischen Markt ein neues Manganerz erschienen, ein Braunstein aus dem Bezirk von Nicopol in der Ukraine. Das Erz wurde früher lediglich für den Bedarf der russischen Eisenhüttenwerke ausgebeutet, heute aber wird es nach vielen Ländern ausgeführt. Das Braunsteinvorkommen von Nicopol befindet sich in der Nähe der bekannten Eisenerzlagerstätten von Krivoi-Rog. Der russische Geologe Sokoloff und andre Forscher haben festgestellt, daß das Braunsteinvorkommen bei der etwa 30 km östlich von Nicopol entfernten Eisenbahnstation Marganetz, eine russische Bezeichnung für Mangan, sich auf eine Fläche von 50 km² erstreckt, und daß das Vorkommen nördlich von Nicopol beim Flusse Solenaja sogar dreimal so groß ist. Die Frage der Verladung ist aber im Marganetzgebiet infolge der Nähe des Dniepr heute von größerer wirtschaftlicher Bedeutung, zumal ein schiffbarer Nebenfluß des Dniepr, der Rietschischtsche, unmittelbar an dem Manganvorkommen vorbeifließt.

Die das Manganerz enthaltende Schicht verläuft fast wagerecht in einer geringen Tiefe von 10 bis 40 m. Unter der Erdoberfläche befindet sich 1 bis 1,5 m schwarze fruchtbare Erde, 3 bis 20 m gelber Ton, 1 m Sand und Ton, 1 m Gestein, 2 bis 4 m plastischer grünlicher Ton, dann das Manganerz in einer Dicke von 1,2 bis 2 m und darunter Granit. Das Erz kommt vor als Nierenerz oder als Linsenerz, das durch einen tonigen Zement gebunden und stellenweise etwas kalkhaltig ist, oder in Form größerer Stücke. In der Erzschicht kann man drei Lagen unterscheiden: die obere Bank in einer Stärke von 30 bis 50 cm wird aus Nierenerz mit Einschließung größerer Stücke gebildet, die mittlere Lage von 20 cm Dicke enthält ausschließlich größere Stücke, während die untere und wichtigste Bank von 0,90 bis 1,30 m Dicke ausschließlich aus Linsenerz mit tonigem Zement besteht.

Die Lagerstätte beutet man in noch ziemlich einfacher Weise durch wenig tiefe Schächte aus. Die Erze werden aus der Grube durch Dampf- oder Handwinden gefördert.

In der Naß- oder Trockenaufbereitung trennt man die Erze von dem tonigen Zement. Die Naßaufbereitung ist ein Schlämmverfahren. In einem langen Holztrog schwebt ein Sieb, auf dem die größeren Erzstücke zurückgehalten werden, während das Erzklein auf den Boden des Troges fällt und der Ton in dem Schlamm des Wassers abzieht. Das Sieb selbst wird von den Arbeitern mit Holzschaufeln bewegt. Steinstücke werden mit der Hand entfernt. Das Erzfein kommt dann wiederum auf ein Sieb mit feineren Maschen, wo der Arbeitsvorgang wiederholt wird. Der Siebrückstand besteht aus Oolithen und Erzknollen, während durch das Sieb Sand, Ton und die ganz feinen Erzteilchen ziehen. Beim Trockenverfahren wird das aus der Grube kommende Erz auf der Erde in die Sonne ausgebreitet und nach dem Trocknen durch eine Steinwalze zerkleinert, wodurch die mit dem tonigen Zement verbundenen Oolithe entfernt werden. Dann wird das Erz trocken gesiebt. De Siebdurchgang wird wieder ausgebreitet und an der Luf nochmals längere Zeit getrocknet, damit der Ton durch trocknet. Schließlich wird das Gut auf einem feinmaschigen Sieb gerüttelt, wobei die Erzteilchen zurückbleiben.

Die beiden Aufbereitverfahren sind wenig durchgebildet da ein nicht unerheblicher Teil von den ganz feinen Erz körnchen verloren geht. Man gewinnt 2000 bis 3000 kg auf bereitetes Manganerz aus 1 m² Abbaufläche. Das Erz ent hält: 48 bis 50 vH Mangan, 2 bis 3 vH Eisen, 0,01 bi 0,22 vH Schwefel und 0,18 bis 0,22 vH Phosphor. Mit Hilf kleiner Wagen wird das aufbereitete Manganerz in Schiff auf dem Rietschischtsche verladen, die das Erz zu den großen Überseedampfern bringen. Der ganze Erzvorrat von Mar ganetz wird auf 100 Mill. t geschätzt. Da zur Erzeugung von 1 t Thomasstahl etwa 25 kg Mangan gebraucht werden so könnte das Marganetzvorkommen für eine Erzeugung von 2 Milliarden t Thomasstahl genügen. [N 1134]

Berlin Kalpers

Die Tore der Raffelberg-Schleuse bei Mülheim a. d. Ruhr

In meinem Handbuch des Wasserbaues[1]) habe ich mit geteilt, daß die darin veröffentlichten und beurteilten Ent würfe von Walzentoren für die Schiffahrtschleuse i der Ruhr bei Mülheim — die Raffelberg-Schleuse — dem nächst zur Ausführung gelangen würden. Das bedarf eine Richtigstellung, da, nicht, wie in der Tat anfänglich be absichtigt, Walzentore, sondern im Oberhaupt ein Klapp tor und im Unterhaupt ein Schiebetor eingebaut sind

Hierfür sind, wie mir von zuständiger Seite mitgeteil ist, hauptsächlich Erwägungen finanzieller und ästhetische Art maßgebend gewesen, die Schleuse sollte mit Rücksich auf das Landschaftsbild am Soolbad Raffelberg von hohe Aufbauten freigehalten werden. Den ästhetischen Bedenken es handelt sich dabei für mich um heimatlichen Boden kann ich mich nicht anschließen. Wenn auch die Tor auf Grund der Erfahrungen am Rhein-Herne-Kanal fü Schleusen im Bodensenkungsgebiet gewählt worden sin so würden doch Walzentore gerade im Bodensenkungsgebie gegenüber den ausgeführten Toren erhebliche Vorteile ge boten haben, da hier eine möglichst gedrungene Form de Schleusenhäupter erwünscht ist, während beim Klapptor di erforderlichen Umläufe und die Schwächung der Sohle durc die Tornischen ebenso nachteilig wirken wie beim Schiebe tor die Verbreiterung des Hauptes durch die Torkammern

Vermutlich deshalb hat man am Lippe-Seitenkanal Hub tore ausgeführt, die allerdings nicht, wie Walzentore, un mittelbar zur Füllung der Schleuse benutzt werden, sonder vielmehr mit eingebauten Schützen versehen sind. [N 1288

Dresden H. Engels

[1]) Engels, Handbuch des Wasserbaues 2. Aufl. S. 1124, 3. Auf S. 1145.

Brennstoffe und Motoren für Kraftwagen

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin.

Vorgetragen in der Vereinigung zur Förderung technisch-wissenschaftlicher Vorträge im Industriegebiet Essen und im Lenne-Bezirksverein des V. d. I.

Der gegenwärtige Stand der Ersatzbrennstoffe und der Kracktechnik — Mittel gegen das Klopfen — Wahl der Abmessungen und der Zylinderzahl der Motoren — Vereinfachungen des Aufbaus — Heißkühlung nach Rushmore — Elektrische Anlage des Kraftwagens.
Der zweite Teil dieses Vortrages ist in Heft 8 dieser Zeitschrift S. 269 erschienen.

Brennstoffe

Ungeachtet der langjährigen Bemühungen um die Erzeugung von Ersatzbrennstoffen im Inlande, spielt als Automobilbrennstoff immer noch das ıs den ausländischen Rohölen hergestellte Benzin e Hauptrolle. Auf der einen Seite ist die Gewinıng von Benzol beschränkt, da der Absatz von oks eine bestimmte Höhe nicht überschreiten kann ıd die Verkokung von Braunkohle noch keinen ausichend großen Maßstab erlangt hat, auf der andern Seite ınn aber auch der Spiritus, selbst wenn man von seinen allgemeinen ungünstigen Eigenschaften als Betriebstoff ır Automobilmotoren absehen wollte, so lange keine Beutung für das Kraftfahrwesen erlangen, als sein Preis ıs steuerlichen Rücksichten im Verhältnis zum Heizwert öher ist als der des Benzins. Die neueren Bestrebungen er Reichsmonopol-Verwaltung auf diesem Gebiet können dieser Sachlage nicht viel ändern, so lange die Verwalıng den Spiritus für Brenn- oder Motorenzwecke für eniger als die Hälfte ihres eigenen Einstandpreises abbt, so lange also der Verbrauch von Spiritus für gewerbche Zwecke aus dem Geldertrag des für Genußzwecke rkauften Spiritus gedeckt werden muß. Prof. Dr.-Ing. . Wawrziniok, der ausgedehnte Versuche über die erwendung von Spiritus und Mischbrennstoffen mit Spiıtus an Kraftfahrzeugmotoren angestellt hat[1]), sagt selbst, ıß vorläufig für Deutschland der Spiritus kein Kraftoff im eigentlichen Sinne sein könne, sondern wie das enzol nur als Zusatz zu andern Brennstoffen in Betracht omme. Der Ruf nach sogenannten reinen Spiritusmotoren i auch ganz zwecklos, so lange keine Möglichkeit beehe, Spiritus sehr erheblich billiger zu erzeugen.

Auf der andern Seite dürfte aber auch die Besorgs, daß die Weltvorräte an Rohölen für die Gewinnung on ausreichenden Mengen an Benzin in absehbarer Zeit ir den Verkehr mit Kraftfahrzeugen zu knapp werden önnten, noch mindestens etwas verfrüht sein. Richtig ist lerdings, daß die Ausbeute an Benzin auf dem früher nzigen Wege, nämlich durch einfaches Destillieren des ohöls und Niederschlagen der in einem bestimmten Temeraturbereich verdampften Bestandteile, im Laufe der letzn Jahre mit der gewaltigen Steigerung des Bedarfs an enzin infolge der schnellen Zunahme der Kraftwagen bei eitem nicht Schritt halten konnte. Aber man hat in der eichen Zeit gelernt, andere Verfahren für die Gewinıng von benzinähnlichen Automobilbrennstoffen auszubiln, und zwar neben dem Kondensieren der in Petroleumegenden in großen Mengen auftretenden Erdgase, namentch das sogenannte Kracken der hochsiedenden Beandteile des Erdöls[2]). Diese Verfahren sind mit der Zeit verbessert worden, daß schon heute ein wesentlicher Teil twa 30 vH) der Gesamtausbeute an Benzin auf diesem 'ege erzeugt wird.

Auch die Forschung über das Verhalten der verschieenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen des Benzins bei der erbrennung im Zylinder der schnellaufenden Verbrenungsmaschine hat in neuerer Zeit Fortschritte gemacht, e geeignet sein dürften, manche Betriebschwierigkeiten ıfzuklären, vor allem das sogenannte „Klopfen" der Moton bei höherem Verdichtungsgrad[3]). In Abb. 1 sind die er Grundarten von Kohlenwasserstoff-Verbindungen darestellt, die man im allgemeinen im Rohöl findet. Diese erbindungen enthalten mindestens sechs Atome Kohlenoff, sie unterscheiden sich aber wesentlich in bezug auf die Zahl und die Anordnung der in ihnen gebundenen Wasserstoffatome. Die erste Art dieser Kohlenwasserstoffe, die im Aufbau dem Gesetz $C_n H_{2n+2}$ entspricht, stellt die sogenannte Paraffinreihe der Kohlenwasserstoffe dar, deren Angehörige im allgemeinen den Hauptbestandteil des üblichen Handelsbenzins bilden. Die zweite Art sind die Olefine, die nach der Form $C_n H_{2n}$ aufgebaut sind, die dritte Art sind die Naphthene, die gleichfalls der Formel $C_n H_{2n}$ entsprechen, sich aber durch die Anordnung der Atome von den Olefinen unterscheiden, und die vierte Art sind die sogenannten aromatischen Kohlenwasserstoffe (Benzolreihe) mit dem Aufbau nach $C_n H_n$.

Paraffine
Olefine
Naphthene
aromatische Kohlenwasserstoffe
RZ1224Z1

Abb. 1
Grundarten der Kohlenwasserstoff-Verbindungen des Rohöls.

Von Naphthenen und aromatischen Kohlenwasserstoffen findet man im allgemeinen nur wenig in den gewöhnlichen Rohölen. Es gibt jedoch bestimmte Arten von Rohölen, z. B. in Kalifornien oder in Borneo, die größere Mengen davon enthalten. Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß sich gerade diese Benzinsorten in bezug auf das Klopfen günstiger als die andern verhalten, und man führt dies wohl mit Recht auf ihren höheren Gehalt an Naphthenen oder aromatischen Kohlenwasserstoffen zurück.

Das Kracken von Kohlenwasserstoffen mit höherem Siedepunkt besteht im allgemeinen darin, daß man solche Anteile des Rohöls, die unter gewöhnlichen Umständen nicht mehr als Benzin angesehen werden können, namentlich das sogenannte Gasöl, das etwa zwischen 200 und 300 ° siedet, unter einem gewissen Druck (5 at nach Burton, 20 bis 30 at nach Rittmann, 15 bis 20 at nach Dubbs) durch geheizte Rohrschlangen von rd. 100 mm l. W. treibt. Dabei zerfallen die höheren Kohlenwasserstoffe z. T. in Dauergase, z. T. in leichtere Kohlenwasserstoffe und z. T. in schwere Öle und feste Kohle.

Über die Verteilung der bei der Krack-Destillation entstehenden Erzeugnisse gibt Abb. 2 ungefähr einen Aufschluß. Nach diesem Diagramm entstehen beim Kracken von 100 Teilen Gasöl, dessen Siedepunkt zwischen 175 und

[1]) Versuche mit spiritus- und alkoholhaltigen Motorkraftstoffen, ...itt. Inst. f. Kraftfahrwesen, Techn. Hochsch. Dresden, Bd. 4 (1927) S. 72.
[2]) L. Singer, Herstellung von Benzin durch Kracken schwererer ...le, Z. Bd. 69 (1925) S. 759.
[3]) Z. Bd. 67 (1923) S. 158.

280 ° liegt, ungefähr sechs Teile Dauergase und 35 Teile leicht siedende Brennstoffe, die etwa zwischen 40 und 190 ° übergehen, also als Benzin bezeichnet werden können, während 55 Teile des Öles ungespalten übrig bleiben und noch einmal der gleichen Behandlung unterworfen werden können. Nur ein kleiner Rest von etwa 4 vH bildet Rückstände, die aus festem Kohlenstoff und aus Kohlenwasserstoffen mit höherem als dem früher höchsten Siedepunkt bestehen. Die Erfahrung hat gelehrt[4]), daß man es durch geeignete Führung der Krack-Destillation in der Hand hat, den Anteil des hierbei gewonnenen Benzins an Naphthenen oder aromatischen Kohlenwasserstoffen verhältnismäßig zu steigern und so Brennstoffe zu gewinnen, die, vermischt mit gewöhnlichem Benzin, dessen Widerstandfähigkeit gegen das Klopfen verbessern.

Es sei besonders betont, daß die Bemerkung, wir könnten in der nächsten Zeit in bezug auf die Brennstoffversorgung der Kraftfahrzeuge nur auf Benzin aus Rohöl rechnen, nicht mißverstanden werden darf. Selbstverständlich haben alle Bestrebungen, dem aus ausländischem Rohöl erzeugten Benzin ein gleichwertiges inländisches Erzeugnis an die Seite zu setzen, bei uns ebenso wie in jedem andern Land, eine hohe volkswirtschaftliche und nicht zuletzt auch politische Bedeutung; diese Bedeutung rechtfertigt es, daß einschlägige Bestrebungen mit allen Mitteln gefördert werden. Aber die Frage ist, was die Verwendung solcher Brennstoffe im Automobilmotor anbelangt, technisch so gut wie gelöst. Es handelt sich nur darum, die Verfahren zur Gewinnung der Ersatzbrennstoffe so zu vervollkommnen, daß der Benzinersatz im Inlande auch wirtschaftlich durchführbar wird.

In diesem Zusammenhang sei auf die bekannten Arbeiten hingewiesen, die das Ziel verfolgen, aus Nebenprodukten der Verschwelung von Kohle oder durch synthetischen Aufbau von Kohlenwasserstoffen zu leicht verdampfbaren Brennstoffen für den Kraftbetrieb zu gelangen. Den Stand dieser Arbeiten hat im vorigen Jahre Dr. Spilker in einem Vortrag in der Gesellschaft für Braunkohlen- und Mineralö'forschung[5]) zusammengefaßt. Dem schon erwähnten Übel des Klopfens, das auf eine Art brisanter Verbrennung im Motorzylinder zurückzuführen ist und im allgemeinen bei Motoren mit höherem Verdichtungsgrad auftritt, sucht man ferner in neuerer Zeit nicht nur auf dem Wege des chemischen Aufbaues und durch Mischen von Benzin mit dem sozusagen klopffesten Benzol, sondern auch durch kleine Zusätze von besondern Verbindungen beizukommen, die eine Art von bremsender Wirkung auf die zu schnell verlaufende Verbrennung im Motor ausüben.

Die bekanntesten unter diesen Stoffen sind gewisse organische Metallsalze, wie das Tetrableiazetyl, das wegen seiner außerordentlichen Giftigkeit in den Vereinigten Staaten lange Zeit Bedenken erregte, und das Eisenkarbonyl der I. G. Farbenindustrie, das für die Herstellung des Motalins verwendet wird. Abschließende Erfahrungen mit diesen Zusatzstoffen, namentlich auch über ihren Einfluß auf die Lebensdauer der Motoren und ihrer Teile, liegen wohl heute noch nicht vor, wenngleich die Wirksamkeit dieser Zusätze als Klopfverminderer oder Klopfschutzmittel einwandfrei festgestellt ist. Es scheint aber auch zweifelhaft, ob es, von Ausnahmefällen, wie Rennmotoren oder Flugmotoren für sehr große Höhen abgesehen, auch in der Zukunft notwendig sein wird, von solchen Mitteln Gebrauch zu machen, da man das Klopfen bis zu einem gewissen Grade durch bauliche Verbesserung des Motors vermeiden und auf der andern Seite das Verdichtungsverhältnis der gewöhnlichen Fahrzeugmotoren auch aus andern Gründen nicht über eine gewisse Grenze hinaus steigern kann. Bis zu dieser Grenze dürfte es aber leicht sein, durch Mischen des Benzins mit 10 bis 20 vH Benzol oder vielleicht wasserfreiem Alkohol das Klopfen unter allen Betriebsverhältnissen zu vermeiden.

Neben den Bestrebungen auf dem Gebiete der leicht verdampfenden Brennstoffe ist es heute ein wichtiges Ziel der Motorentechnik, auch schwere, bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr verdampfende Öle für den Kraftfahrzeugbetrieb heranzuziehen, schon um die Brennstoffgrundlage des Kraftwagenverkehrs zu verbreitern und den Betrieb schwerer Fahrzeuge, die verhältnismäßig viel Brennstoff verbrauchen, wie Lastkraftwagen, Omnibusse, Eisenbahn-Triebwagen usw., zu verbilligen. Auch aus Rücksicht auf die geringere Feuergefährlichkeit haben diese schwereren Öle besonders für den Luftverkehr großes Interesse. Es ist erfreulich, feststellen zu können, daß gerade auf diesem Gebiet deutsche Forschungen zur Zeit sehr weit fortgeschritten sind[6]), wenn auch vielleicht das Ziel noch nicht ganz erreicht ist.

Abb. 2
Allgemeiner Verlauf des Krack-Vorganges.

Im Rahmen der französischen Bestrebungen, das Land vom Bezug von Brennstoffen für den Kraftwagenbetrieb unabhängig zu machen, hat ferner der Sauggasbetrieb heute schon eine gewisse Bedeutung erlangt. Alljährlich veranstaltet der französische Automobilklub eine große Versuchsfahrt, an der nur Kraftwagen mit Betrieb durch Ersatzbrennstoffe teilnehmen dürfen. Die letzte Prüfungsfahrt vom März 1927 vereinigte über 30 Kraftfahrzeuge, darunter nicht weniger als 16 mit Sauggasbetrieb. Beim Betrieb der übrigen spielten verdichtetes Gas sowie Gemische von Benzin oder Spiritus mit schwereren Kohlenwasserstoffen, zum Teil auch die Anreicherung solcher Gemische durch das in Spiritus lösliche Azetylen eine Rolle.

Motoren

Die wichtigste Frage, vor die der Konstrukteur heute gestellt wird, ist wohl die, ob er für einen neu zu entwerfenden Kraftwagen den Motor mit verhältnismäßig großem Hubraum und beschränkter Höchstleistung oder mit kleinem Hubraum und möglichst hoch getriebener Leistung wählen soll. Leider ist der Konstrukteur bei uns heute in dieser Wahl nicht ganz frei, weil die Kraftwagensteuer auch nach der neuesten Regelung, die am 1. April in Kraft tritt, nach dem Zylinderinhalt berechnet wird und mit zunehmendem Zylinderinhalt verhältnismäßig schnell ansteigt.

Technisch wäre es jedenfalls von großem Vorteil, wenn man zu den sogenannten überbemessenen Motoren übergehen könnte, wie schon Becker in seinem Vortrag vor etwa zwei Jahren[7]) dargelegt hat, weil in solchen Motoren die Bauteile bei der mittleren Leistung während einer Fahrt nicht so hoch beansprucht werden, wie in den Motoren mit kleinem Zylinderinhalt, was ihre Lebensdauer günstig beeinflußt. Auch manche Vergaserschwierigkeiten könnte man sicherer vermeiden, wenn man kein so großes Gewicht darauf zu legen brauchte, eine möglichst hohe Höchstleistung aus dem Motor herauszuholen; man könnte dann einen etwas größeren Unterdruck an der Vergaserdüse zulassen und dafür, namentlich bei langsamem Motorlauf, bessere Zerstäubung erreichen. Endlich kann man auch der Gefahr des Klopfens leichter begegnen, wenn man mit dem Verdichtungsgrad nicht bis hart an die Grenze des Zulässigen zu gehen braucht.

[4]) W. G. Leamon, Journ. Soc. Autom. Eng. Bd. 20 (1927) S. 67.
[5]) „Braunkohle" Bd. 26 (1927) S. 545, Z. Bd. 69 (1925) S. 1313.
[6]) Nägel, Z. Bd. 70 (1926) S. 1433.
[7]) Z. Bd. 69 (1925) S. 323.

Abb. 3 und 4
12/60 PS-Achtzylindermotor von Horch & Cie., A.-G.

Allerdings wird die Leistungsfähigkeit eines Motors, ssen Hubraum im Verhältnis zum Wagengewicht groß emessen ist, im Mittel nur wenig ausgenutzt, wenn man cht, wie neuerdings vielfach geschieht, besondere Vorlege einbaut, die ermöglichen, auf freier Landstraße sehr he Fahrgeschwindigkeiten zu erreichen. Der Motor beitet daher zumeist mit kleiner Füllung, so daß er mehr ennstoff als der Motor mit kleinem Hubraum verbraucht. uch ist noch nicht entschieden, ob man die guten Fahrgenschaften (hohes Beschleunigungsvermögen) der agen mit großen Motoren nicht durch Verbesserungen r Getriebe erreichen könnte.

In zweiter Hinsicht wäre dann die Frage der Zylinerzahl die wichtigste. Bei den Personenwagen ist man ute schon fast allgemein zu Motoren mit sechs Zylinrn übergegangen, zum Teil unter dem Einfluß des Berebens, den Hubraum der Motoren im Verhältnis zum agengewicht zu vergrößern; wo es sich mit dem Preis rträgt, wendet man auch schon Motoren mit acht Zylinrn in einer Reihe an. Ein deutscher Vertreter dieser auart ist der 12/60 PS-Horch-Motor, Abb. 3 bis 5, als ssen Kennzeichen man vor allem den einfachen Aufbau s Zylinderblocks aus Gußeisen und den Antrieb der euerventile von zwei oben gelagerten parallelen Wellen sehen kann. Die Steuerwellen werden vom hinteren Ende der Kurbelwelle aus mittels einer Standwelle und zweier Schraubenräder angetrieben. Auf dem oberen Ende der Standwelle sitzt der Verteiler für die Batterie-Zündung

Abb. 5
Antrieb der Steuerwelle des 12/60 PS-Horch-Motors.

Abb. 6 und 7. 10/45 PS-Motor von Adam Opel, Rüsselsheim.

nach der neuen Anordnung von R. Bosch, A.-G., auf dem vorderen Ende der einen Steuerwelle das Flügelrad des Kühlergebläses. Die Kurbelwelle ist in dem hochgezogenen und daher sehr steifen Kurbelgehäuse aus Leichtlegierung viermal gelagert und zwecks Verteilung des Schmieröls von den Hauptlagern auf die Kurbelzapfen durchbohrt.

Für die billigeren Wagenklassen und die mittleren Lieferwagen bis zu 1,5 t Tragfähigkeit bleibt jedoch der Vierzylindermotor bei uns ebenso wie im Auslande vorherrschend. Als Beispiel dieser Gruppe von Motoren ist in Abb. 6 und 7 der 10/45 PS-Motor von Adam Opel, Rüsselsheim, wiedergegeben, dessen wichtigste Merkmale der abnehmbare Zylinderkopf, der vom Kurbelgehäuse getrennte Zylinderblock und die sehr stark bemessene, an drei Stellen gelagerte Kurbelwelle bilden. Ist schon bei diesem für die Massenfertigung entworfenen Motor vieles geschehen, um die Bearbeitung zu erleichtern, so zeigt doch ein Vergleich mit einer ausgesprochen amerikanischen Bauart, Abb. 8, daß man in dieser Richtung noch viel weiter gehen kann. Dieser Motor hat sechs Zylinder von rd. 67 mm Dmr. und 114 mm Hub, also etwa 9,2 PS Leistung nach der alten deutschen Steuerformel, und ist für einen der neueren amerikanischen Klein-Personenwagen bestimmt. Man kann seine Bauart sozusagen als Musterbeispiel für die Mittel ansehen, die der Amerikaner anwendet, um die Herstellung und den Gebrauch der Motoren zu erleichtern. So ist die Ölpumpe nicht wie in Abb. 6 und 7 und bei uns allgemein üblich, im Kurbelgehäuse versteckt, sondern außen am Gehäuse an einem geschliffenen Flansch befestigt, so daß man sie abnehmen kann, nachdem man nur zwei Schrauben gelöst hat. Die Führungen für die Ventilstößel werden gesondert hergestellt und in Gruppen seitlich am Zylinderblock angeschraubt. Der Zylinderblock, der in der Höhe der Ventilsitze geteilt ist, bildet mit dem oberen Teil des Kurbelgehäuses ein zusammenhängendes Stück aus Gußeisen. Da die wagerechte Wand zwischen Zylinder und Kurbelgehäuse fortfällt, so wird das Gußstück so einfach, daß man es auch mit den Kanälen für das angesaugte Gemisch und für die auspuffenden Gase vereinigen kann. Unten wird das Kurbelgehäuse mittels eines Bodens abgeschlossen, der als Ölsammler dient und wie alle sonstigen Deckel aus Blech gepreßt ist.

Kennzeichnend für amerikanische Motoren ist auch die Gestaltung des Zylinderkopfes nach dem schon bekannten[8]), von H. R. Ricardo angegebenen Verfahren. Diese besondere Form des Verdichtungsraumes hat sich inzwischen in vielen Ausführungen bewährt; sie hat die Wirkung, daß zwischen dem Raum über den Ventilen und dem Inneren der Zylinder eine Querschnittverengung entsteht,

[8]) Z. Bd. 69 (1925) S. 402.

RZ 1224 Z 8

Abb. 8
Querschnitt des Motors eines neueren amerikanischen Kleinwagens.

die während des Verdichtungshubes lebhafte Wirbelbewegungen des angesaugten Gemisches hervorruft. Dadurch wird die Verbrennung beinahe in dem gleichen Maße beschleunigt und die Leistung gesteigert, wie durch die Verwendung der weniger einfachen Bauart mit hängenden Ventilen.

Die deutschen Firmen sind bei den Wagen der höheren Preisstufe in den letzten Jahren fast ohne Ausnahme zur Verwendung von Motoren mit sechs Zylindern übergegangen. Auf der Deutschen Automobil-Ausstellung im Herbst 1926 führten nicht weniger als 11 Fabriken neue Sechszylindermotoren für Personenwagen und 7 Fabriken solche für Lastkraftwagen vor. Die neueste Erscheinung unter den Motoren für Personenwagen ist wohl der 7/34 PS-Motor für einen Kleinwagen von A. Opel, der erstmalig au

RZ 1224 Z 9u9a

Abb. 9 und 10. Sechszylindriger Fahrzeug-Dieselmotor von 80/85 PS bei 1400 Uml./min.

Abb. 11
Gewöhnliche Kühlanlage.

Abb. 12
Kühlanlage nach Rushmore.

r Ausstellung in Amsterdam öffentlich gezeigt und dort t geschlossenem Aufbau und voller Ausrüstung für 00 fl angeboten wurde. Von den Motoren für stkraftwagen verdient außer dem 100 PS-Maybach-Motor, r für Omnibusse verwendet wird, besonders der kom-essorlose Dieselmotor der MAN Erwähnung, Abb. 9 d 10. Dieser Motor, der bei 1400 Uml./min 80 bis 85 PS stet und aus dem kalten Zustand elektrisch angelassen rden kann, hat ein vereinigtes Zylinder- und Kurbel-häuse aus Leichtlegierung mit gesondert eingesetzten chsen aus Gußeisen und eine siebenmal gelagerte, durch ganze Länge gebohrte Kurbelwelle.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Diesel-Motors im aftfahrzeugwesen kann man sehr schnell daran er-ssen, daß nach den vorliegenden Erfahrungen unter tleren Verhältnissen die Brennstoffkosten bei Fahr-ugen mit Dieselmotoren nur etwa ¼ derjenigen be-gen, die unter den gleichen Verhältnissen beim Be-eb mit Benzol oder Benzin aufzuwenden sind. Nach em Bericht der Kronenbrauerei Donauwörth ver-auchte dort ein gewöhnlicher Lastkraftwagen mit 3,5 t tzlast für je 100 km Fahrt im Mittel 51 l Benzin-nzol-Mischung im Preise von 19,1 ℳ, dagegen ein agen mit Vierzylinder-Dieselmotor von 50 PS bei 5 t tzlast für die gleiche Wegstrecke 26,5 l Gasöl im eise von 5,65 ℳ. Im Betriebe der Aktienbrauerei zum sen, Augsburg, legte ein 5 t-Lastkraftwagen mit nzinmotor von April 1926 bis Februar 1927 insgesamt 592 km, bei einem mittleren Verbrauch von 0,398 kg/km nzin-Benzol-Gemisch 1 : 1 und von 0,018 kg/km Öl zu-k. Die Betriebstoffe kosteten demnach insgesamt 9 ℳ/km, während sie bei einem gleich starken Last-aftwagen mit Dieselmotor nicht mehr als 0,10 ℳ/km kostet hätten, wie als Mittelwert von 4880 km Fahrt-stung in 40 Tagen festgestellt wurde. Im Verhältnis n verminderten Brennstoffverbrauch erhöht sich auch Strecke, die ein Wagen mit Dieselmotor bei gege-nem Inhalt des Brennstoffbehälters zurücklegen kann, vor man Brennstoff nachzufüllen braucht. Erwähnt in diesem Zusammenhang auch der Junkers-hrzeugmotor, dessen Bauart und Versuchsergebnisse rch die Veröffentlichungen von Nägel[9]) bekannt n dürften.

Die Besprechung der Motoren wäre nicht vollständig ne den Hinweis auf zwei Fragen, die heute den Kon-ukteur von Motoren lebhaft beschäftigen. Die eine rifft die Kühlung. Die Temperatur, die das Kühl-sser eines Motors bei der üblichen Art der Rückküh-g annimmt, beträgt je nach der Außentemperatur im harrungszustand 50 bis 80°. Man hat schon wieder-t vorgeschlagen, die Temperatur des Kühlwassers uernd etwa auf dem Siedepunkt zu erhalten und da-rch den Wärmezustand der Zylinder zu erhöhen[10]); n man verspricht sich von dieser sogenannten Heiß-hlung große betriebliche Vorteile, namentlich bei Mo-en, die mit schwerer verdampfbaren, billigen Brenn-ffen arbeiten. Man vermeidet so, daß sich der Brenn-ff bei kalter Witterung aus dem Gemisch im Zylin-flüssig niederschlägt und, anstatt zu verbrennen, an Kolben vorbei in das Schmieröl gelangt, und daß infolge der Verdünnung des Öles die Lager gefährdet werden.

Von den vielen Mitteln, die vorgeschlagen worden sind, um das Kühlwasser selbsttätig auf der höheren Temperatur zu erhalten, scheint das Verfahren nach Rushmore, Abb. 11 und 12, am einfachsten zu sein. Der Unterschied dieser Kühlanlage gegenüber der bisherigen besteht darin, daß man das Gemisch von Wasser und Dampf, das oben aus dem Zylinderblock austritt, nicht von oben, sondern von unten in den Kühler einführt und darin aufsteigen läßt. Der Dampf verdrängt dann im Kühler selbsttätig so viel Luft durch die obere Öffnung, als sein Volumen erfordert, also bei starker Belastung und starker Dampfbildung mehr als bei schwacher Belastung und bei kalter Witterung weniger als bei hoher Außentemperatur. Der Enderfolg ist, daß sich die Kühlfläche, die für das Kondensieren des Dampfes frei gemacht werden muß, von selbst dem jeweiligen Bedarf anpaßt, also nicht zu stark gekühlt werden und auch kein Dampfverlust eintreten kann. Dabei spart man in der Regel an den Abmessungen des Kühlers und auch an Kühlergewicht, weil die obere Wasserkammer im Kühler entfällt. Das niedergeschlagene Wasser sammelt sich unten im Kühler und wird von da mittels einer Pumpe wieder oben in den Zylinder gedrückt, so daß der Wasserstand im Zylinderblock gleich bleibt.

Bei diesem Verfahren braucht man also nicht mehr das gesamte Kühlwasser, sondern nur den in Dampf umgewandelten und dann niedergeschlagenen, sowie den etwa vom Dampf mitgerissenen Teil des Kühlwassers in Umlauf zu versetzen. Die Umlaufpumpe kann deshalb wesentlich kleiner als bei der üblichen Anlage bemessen werden.

Die zweite Frage betrifft die elektrische Anlage des Kraftwagens. Der Kraftwagen nimmt heute eine ziemlich ausgedehnte elektrische Anlage auf, eine Maschine zum Laden einer Akkumulatoren-Batterie, eine andere Maschine zum Anlassen des Motors und ein ausgedehntes Leitungsnetz für die Versorgung von Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen. Man geht daher in steigendem Maße dazu über, mit dem Strom dieser Anlage die Zündeinrichtung für den Motor zu betreiben und besondre Magnetzünder zu vermeiden[11]). Die Betriebsfähigkeit der Zündung des Motors ist dann, weil als Zündstrom der in einer Zündspule auf hohe Spannung transformierte Strom der Batterie dient, nicht wie beim Magnetzünder an eine Mindestdrehzahl des Motors gebunden, was beim Anlassen, insbesondere bei kalter, feuchter Witterung, eine gewisse Erleichterung gewähren kann. Natürlich hängt eine solche Zündeinrichtung stets vom Vorhandensein von Batteriestrom ab, aber darin liegt heute kein so großer Nachteil wie früher, da die Batterie ganz selbsttätig aufgeladen wird, wenn der Motor läuft und ihr Strom sehr selten ganz ausbleibt.

In bezug auf die Erzeugung des Ladestromes für die Batterie gibt es heute zwei Verfahren. Bei den Anlagen mit Spannungsregelung wird der Strom von einer Nebenschlußdynamo bei zunehmender Drehzahl mit steigender Spannung erzeugt. Zwischen die Dynamo und

[11]) Raßbach, Z. Bd. 71 (1927) S. 1703.

Abb. 13
Verlauf der Stromstärke der Lademaschine bei Anlagen mit Spannungsregelung und bei Anlagen mit Stromregelung.

[9]) Z. Bd. 71 (1927) S. 405.
[10]) Heller, Motorwagen und Fahrzeugmaschinen für flüssigen nnstoff. 2. Aufl. Berlin 1925, Bd. 1. S. 349.

die Batterie wird ein elektromagnetischer Schnellregler geschaltet, der so eingestellt ist, daß die Spannung und daher bei gleichem Widerstand auch die Stromstärke der Lademaschine von einer bestimmten Drehzahl an fast konstant bleibt, Abb. 13. Ist die Batterie entladen, so erhält sie auf diese Weise große Elektrizitätsmengen, so daß sie schnell aufgeladen wird. Sobald die Batterie aufgeladen ist, nimmt infolge der Gegenspannung die Stromabgabe der Lademaschine bis auf einen unwesentlichen Teil ab. Das häufige Überladen der Batterie wird infolgedessen völlig vermieden. Bei der fast gleichbleibenden Spannung kann man außerdem den Strom der Lademaschine auch unmittelbar in die Lampen einführen, wenn z. B. die Batterie beschädigt wird.

Nach dem zweiten Verfahren, der sogenannten Stromregelung, benutzt man zum Laden der Batterie besondre Dynamomaschinen mit einer dritten Bürste. Bei diesen Maschinen nimmt die Stromstärke bei höh Drehzahl bis zu einem bestimmten Wert zu und d wieder allmählich ab, s. Abb. 12. Die Spannung, die Maschine erzeugt, steigt dagegen mit der Drehzahl. Spannung im Netz der angeschlossenen Anlage w daher nur durch die Batterie geregelt, die in gutem stand sein muß, wenn die Anlage betriebsfähig sein Infolgedessen wird die Spannung der Maschine vom Wi stand im Ladestromkreis abhängig, was bei Kont störungen zu Überlastungen der Maschine und Schä der Batterie führen kann. Ungünstig ist auch, daß Maschine mehr Strom abgibt, wenn die Batterie fast aufgeladen ist, als wenn die Batterie entladen ist; folgedessen dauert das Aufladen der Batterie verhält mäßig länger. Umgekehrt liefert die Maschine bei aufgeladener Batterie mehr Strom, so daß die Batt überladen werden kann. [B 122

Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten

Das Zähigkeitsmaß η von Flüssigkeiten und Gasen ändert sich beim gleichen Stoff vorwiegend mit der Temperatur. Das ist ein Zeichen dafür, daß die Zähigkeitserscheinungen innig mit dem Wärmespiel der Moleküle verknüpft sind. Will man also über Temperaturmessungen hinaus die Erscheinungen klären, die durch dieses Spiel veranlaßt werden, wie z. B. auf dem Gebiete der Physik im allgemeinen die Änderungen der Aggregatzustände oder auf dem Gebiete der Metall- und Werkstoffkunde im besonderen die in Zustandschaulinien niedergelegten Erscheinungen, kurz alle jene Erscheinungen, die mittel- und unmittelbar von der Temperatur abhängig sind, so kommt man um die Erforschung der Zähigkeitserscheinungen nicht herum.

Die Größe und der Verlauf des Zähigkeitsmaßes η sind vor allem von Bedeutung für die Erforschung der Vorgänge bei Kolloiden bei verschiedener Temperatur, für die Strömungsforschung sowie für die Beurteilung von Schmiermitteln. Dieser Umstand dürfte im Zeitalter des Öles vielleicht geeignet sein, daß man die Zähigkeitserscheinungen mehr zu klären versucht als bisher.

Wichtig ist vor allem die Frage, wie es denn eigentlich kommt, daß Öle schmieren, während andre Flüssigkeiten von der gleichen Zähigkeit, z. B. Zuckerwassergemische, wie Sirup, als Schmiermittel, wenigstens für Lager, nicht in Frage kommen. Man könnte sich denken, daß hierbei die Sachlage ganz ähnlich ist wie bei Sandsteinen, wo die eine Sorte zum Schleifen geeignet ist, die andre aber nicht. Man weiß, woran das liegt: Die eine Steinart besteht aus Körnern mit scharfen Kanten, während die andern sich aus mehr runden Elementen zusammensetzen, die eher reiben als schleifen.

Nun sind Teilchen mit scharfen Kanten im allgemeinen kennzeichnend für den festen, anisotropen, kristallischen Zustand, demgegenüber runde Teilchen für den amorphen, isotropen, flüssigen oder pulverförmigen Zustand. Diese beiden Begriffgruppen greifen jedoch ineinander über, was besonders die kristallinen Flüssigkeiten und die Gläser lehren. Die Annahme liegt nahe, daß auch die Öle eine Sondergruppe in solch einer Hinsicht bilden.

Man kann diese Annahme mit einer Gleichung, ähnlich der von Slotte[1]) nachprüfen:

$$\eta = \eta_1 \left(\frac{c}{T-a}\right)^n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1);$$

hierin ist c bei Flüssigkeiten wie Wasser, Äthylalkohol und Gemischen aus beiden, ferner Zuckerwassergemischen und bei Ölen in hinreichender Entfernung vom Stockpunkt von der Temperatur unabhängig. Der Wert c ist jedoch, wie Gemische lehren, abhängig vom Exponenten n, vom Gehalt der Flüssigkeit und von dem Wert a, der ebenso wie c eine Temperatur bedeutet. η ist die Zähigkeit bei der Temperatur T [° abs] und η_1 bei der Temperatur $T = c + a$. Wichtig für die vorliegende Untersuchung ist vor allem der Wert a; er liegt bei Wasser und Äthylalkohol mit $a =$ rd. 227 und $a =$ rd. 93 [° abs] ziemlich weit unter dem Schmelzpunkt dieser Flüssigkeiten, bei Mineralölen[2]) hingegen ist a eine Temperatur, die, soweit die zeichnerische Ermittlung einen Schluß zuläßt, sich ziemlich genau mit der Temperatur beim Stockpunkt oder Fließbeginn der nach Vogel deckt. Ist das tatsächlich der Fall, so w der Stockpunkt von Ölen nicht, wie Vogel[3]) nimmt, mit dem Schmelzpunkt andrer Flüssigke gleichbedeutend, sondern die Mineralöle wären reits flüssig in einem Bereiche, wo andre Stoffe, wie Wa und Äthylalkohol, noch fest sind.

Fände man weiter, daß der Verlauf der a-Werte Flüssigkeitsgemischen in ihren Zustandschaulinien wie kehrt, und daß Größen wie n einmal vom Stoff, anders aber bei Ölen von der Herkunft (tierisches Öl, Pflan oder Mineralöl) und der Behandlung abhängig sind, könnte man wichtige biologische Rückschlüsse ziehen.

Vorbedingung für derartige Untersuchungen ist genaue Zähigkeitsbestimmung, die nicht leicht auszufül ist. Vielleicht liegt das in der Natur der Sache; könnte sein, daß zu einem bestimmten Druck und e bestimmten Temperatur bei dem gleichen Stoff verschied η-Werte gehören, indem die Zeit (Alterung) einen Ein ausübt. Jedenfalls kommt in den vorhandenen zahlrei Gleichungen[4]) für die Abhängigkeit der Zähigkeit von T peratur und Druck eine gewisse Unsicherheit zum Ausdr

Soll hier Wandel geschaffen werden, so müssen die teiligten Kreise gemeinsam und mit großen Mitteln gehen, damit auf Grund einer großen Zahl von Versu ergebnissen auf wahrscheinlichste Werte geschlossen den kann. Dieser Gemeinschaftsarbeit wird durch Arbe der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt der Weg ebnet, über die jetzt Dr. Erk[5]) berichtet.

Zweck und Ziel dieser Arbeiten sind zunächst:

1. Allgemeine Einführung eines physikalisch w begründeten Zähigkeitsmaßes (Poise) an Stelle w kürlicher und nationaler Maße, wie z. B. des Eng grades.
2. Ermöglichung von grundlegenden Messungen d Anfertigung eines besonderen Zähigkeitsmessers.
3. Bereitstellen von Normalflüssigkeiten zur Eichung Zähigkeitsmessern.
4. Prüfung der Meßgenauigkeit vorhandener Zähigk messer.

Die Erksche Arbeit selbst gibt eine vorzügliche führung in die einschlägigen Fragen der Zähigkeitsmess und enthält ein umfangreiches Quellenverzeichnis. Im zelnen findet man darin die theoretische Begründung Beschreibung des Zähigkeitsmessers für Fundamentalbes mungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Ta über die Zähigkeit von Normalflüssigkeiten des Burea Standards und der Physikalisch-Technischen Reichsans und eine kritische Betrachtung der Zähigkeitsmesser Engler, Vogel-Ossag und Lawaczeck. Wic für die Praxis sind im Anhang eine Zahlentafel zur Ber nung der dynamischen und kinematischen Zähigkeit der Zähigkeit in Englergraden und Prüfungsbestimmun der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für den Vo Ossag-Zähigkeitsmesser. [N 1058]

Berlin-Friedenau W. Schmid

[1]) F. Auerbach und W. Hort, Handbuch d. physikalischen und technischen Mechanik, Bd. 5 S. 424, Leipzig 1927.

[2]) Versuchswerte für diese Untersuchung hat mir Dr.-Ing. Kießkalt freundlicher Weise beschafft.

[3]) Vogel, Über das Verhalten von Ölen beim Erstarren Schmelzen, Zeitschr. „Erdöl und Teer" Bd. 3 (1927) S. 534

[4]) Sie sind von L. Graetz und K. Stöckl im Bd. 5 der H bücher der physikalischen und technischen Mechanik, herausgeg von F. Auerbach und W. Hort, Leipzig 1927, zusammengestellt.

[5]) S. Erk: Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und U suchungen von Viskosimetern. Forschungsarb. a. d. Gebiete de genieurwesens Heft 288. 54 S. mit 77 Abb. und 11 Zahlent. Berlin VDI-Verlag. Preis 6 ℳ, Mitgl. d. V. d. I 5,40 ℳ

Wärmeübertragung

Von Max Jakob, Berlin

rträge und Aussprache in der 4. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung im Verein deutscher Ingenieure[1])

Die 4. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung im ein deutscher Ingenieure am 6. und 7. Januar 1928 hte eine ungewöhnlich reiche Ausbeute. Das Wichtigste on den Fachgenossen möglichst schnell zugängig zu hen, ist der Zweck dieses und eines kürzeren zweiten chtes[1a]).

Von den vier Sitzungen waren drei mit 17 Vorträgen gen der Wärmeübertragung gewidmet, die schon bei dem der Tagung folgendermaßen gegliedert waren:

Wärmeübertragung ohne Zustandänderung
 a) durch natürliche Konvektion,
 b) durch künstliche Konvektion,
Wärmeübertragung mit Zustandänderung
 a) durch Wärmeleitung,
 b) durch künstliche Konvektion,
Wärmestrahlung
 a) Gesamtstrahlung,
 b) spektrale Verteilung,
Allgemeines.

meübergang (ohne Zustandänderung) **durch natürliche Konvektion**

Den Wärmeübergang im kreiszylindrischen Körper kann auf Grund von Ähnlichkeitsbetrachtungen nach einer W. Nußelt stammenden Theorie berechnen. Dagegen ß man viel weniger über den scheinbar einfacheren des Wärmeüberganges an einer ebenen Platte, obwohl on A. Oberbeck und L. Lorenz vor nahezu einem halben rhundert gute Ansätze zur Lösung dieses Problems geht hatten[2]).

In der Sitzung ließ Prof. E. Schmidt, Danzig, über ssungen an einer lotrechten, quadrachen Platte von 25 cm Kantenlänge berichten. Das peraturfeld in der Luft bis hart an die Fläche der Platte de mit einem Thermoelement von 0,02 mm Drahtdicke gemessen, das Geschwindigkeitsfeld mit einem Glasfaden etwa 0,01 mm Dmr. und 1 cm Länge, der sich unter dem fluß der Luftbewegung elastisch durchbog und dessen schlag mit einem Mikroskop beobachtet wurde. Dies neue fahren erlaubte noch die Messung von Luftgeschwindigen von wenigen Millimetern in der Sekunde und bei fernungen von weniger als 1/10 mm von der Platte. Durch Versuche wurde reine Zähigkeitsströmung an der Platte längs der Platte von unten nach oben eine Abnahme der rmeübergangzahl etwa von $\alpha = 9$ auf $\alpha = 3$ kcal/(m²h°C) gestellt.

Damit stimmen Ergebnisse überein, die Schmidt an abmelzenden Eisblöcken gewonnen hat. An diesen bildet oben eine scharfe Kante aus, deren Winkel durch Aufme von Schattenbildern zu verschiedenen Zeiten ausnessen wurde. Aus dem Winkel, der Abschmelzgeschwinkeit und der Schmelzwärme läßt sich die Wärmeübergzahl bestimmen.

In der Aussprache zeigte Prof. Nußelt, München, z ähnliche Linien der Wärmeübergangzahlen, die er mehreren Jahren gemeinsam mit Dr. Jürgens an einer echten Platte von 50 cm Seitenlänge aufgenommen habe; diesen Versuchen nahm jedoch α zwischen der Unter- und Oberkante von 25 auf 5 ab. Die Geschwindigkeitsverung hat er nach der von ihm etwas verbesserten Loschen Theorie aus der Temperaturverteilung berechnet. Ergebnisse waren den von Schmidt gewonnenen ganz lich. Die von Nußelt früher angegebene Formel $2{,}2\sqrt{\Delta}$, worin Δ den Temperaturunterschied zwischen t und Wand bedeutet, wurde durch die Versuche bestätigt. genüber erwähnte Prof. Gröber, Berlin, Versuche Wamsler, bei denen ein langes beheiztes Rohr oben t wärmer, sondern kälter war. Dipl.-Ing. Krausd, Danzig, führt dies auf das Ablösen einer Grenzcht an der Wand zurück. Dr. Koch, München, errte an seine bei der 3. Ausschußtagung vorgetragenen

Abb. 1 Wärmeübergang an einer lotrechten Platte.

Versuche an einer 2 m langen Wand, bei der sich der in Abb. 1 angedeutete Verlauf von α längs der Höhe ac ergeben habe, und Prof. Jakob, Berlin, bemerkte, daß sich die Versuche von Schmidt und Koch nicht widersprechen, da Schmidt eben nur im Gebiet ab von Abb. 1 gemessen habe. Nußelt zeigte dann auch das Lichtbild des Temperaturfeldes eines wagerechten auf 230° geheizten Rohres nach Messungen von Ray, wonach oben eine Ablösung der Strömung stattfindet.

Den Wärmeübergang in Luftschichten bei natürlicher Konvektion behandelte Dr. H. Reiher, München, auf Grund von Messungen von Dipl.-Ing. W. Mull. Es gelang dabei, die Formel von Nußelt und Hencky zu verbessern. Während sich nach dieser die Wärmeübergangzahl mit zunehmender Schichtdicke einem konstanten Wert nähern würde, steigt nach Reiher und Mull (sowie nach Versuchen von E. Schmidt, Danzig) die scheinbare Wärmeleitzahl der Luftschicht mit zunehmender Dicke immer stärker und außerdem mit dem Unterschied der Temperatur der Begrenzungswände.

Wärmeübergang (ohne Zustandänderung) **durch künstliche Konvektion**

Auch der Wärmeübergang in Luftspalten bei erzwungener Strömung wurde behandelt. Dr. Fr. Merkel, Dresden, berichtete über Versuche, die E. Haucke im Maschinenlaboratorium der Dresdener Hochschule begonnen hat und bei denen bisher mit einem rechteckigen Spalt von 50 mm Breite, 500 mm Höhe und 2500 mm Länge gearbeitet wurde. Durch diesen Spalt, vor den eine Beruhigungsstrecke geschaltet ist, wird Luft von Raumtemperatur mit verschiedenen Geschwindigkeiten geblasen. Die langen Seiten des Spaltes werden mit Dampf geheizt. Die einstweilen gefundenen Wärmeübergangzahlen decken sich ungefähr mit den von Jürgens an einer Platte ermittelten. Sie sind etwas kleiner als nach der von Nusselt angegebenen Umrechnung von kreisförmigen auf andre Kanalquerschnitte.

Über den Wärmeübergang von Luft an glatte und Rippen-Rohre im Kreuzstrom und an ebene Flächen im senkrechten Aufprall berichtete wieder Reiher. Er hatte früher[3]) seine Versuche für Kreisrohre nach der Ähnlichkeitsbeziehung

$$\frac{\alpha\, d}{\lambda} = C \left(\frac{w\, d}{\nu}\right)^n$$

dargestellt, worin d den Durchmesser des Rohres, w die mittlere Geschwindigkeit, λ die Wärmeleitzahl und ν die kinematische Zähigkeitszahl der Luft bedeutet. Diese Beziehung konnte auch bei nicht kreisförmigen Rohrquerschnitten bestätigt werden. Bei gleichbleibendem Rohrumfang und bei unveränderlichen Versuchsbedingungen scheint sich n wenig zu verändern, während C bei Rohren von elliptischem und quadratischem Profil höher und bei der senkrecht angeblasenen Platte am höchsten liegt. Für flach-elliptische Rohre ergibt sich bei Strömung senkrecht

[1]) Die Vorträge der 2. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung ichelberg, H. Gröber, M. Jakob, A. Nägel, W. Nußelt, chter) sind soeben in den Forschungsarbeiten Heft 300 mit dem : Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen, ernen. (Preis 9 M, f. Mitgl. d. V. d. I. 8 M)

[1a]) Hierzu wurden mir von meinem Mitarbeiter Dipl.-Ing. W. Fritz hrliche Aufzeichnungen und von den Vortragenden Auszüge dlichst zur Verfügung gestellt.

[2]) H. Geiger und K. Scheel, Handb. der Phys. Bd. XI. in 1926: M. Jakob, Wärmeleitung. S. 133 ff.

[3]) Forschungsarbeiten Heft 269 (1925).

zur großen Ellipsenachse bereits eine fast doppelt so große Wärmeübergangzahl wie beim Kreisrohr gleichen Umfanges.

Beim Anblasen einer Fläche senkrecht zur Oberfläche erhielt man je nach der Luftgeschwindigkeit sogar das Sieben- bis Achtfache der von Jürgens und Nußelt beim Anblasen einer Fläche parallel zur Oberfläche festgestellten Wärmeübergangzahl, wobei die angeblasene Seite etwa 75 vH zum Wärmeübergang beiträgt. Noch nicht abgeschlossene Versuche an Rippenrohren und Rippenrohrbündeln zeigten, wie stark die Rippenhöhe die Temperatur am Rippenfuß beeinflußt. Die Grenze, an der die weitere Verlängerung der Rippen nicht mehr wirkt, wurde bei den Versuchen noch nicht erreicht. Diese Grenze liegt also, worauf Dr. Goßlau, Berlin, in der Aussprache hinwies, viel höher, als man bisher im Motorenbau angenommen hatte.

Die Ergebnisse der Versuche von Reiher an Röhrenbündeln von zylindrischem Querschnitt wurden bestätigt durch Versuche an Luftkühlern ohne Rippen, über die Dipl.-Ing. W. Sell, Hannover, berichtete. Bei diesen Versuchen auf dem Prüfstand von K. u. Th. Möller, Brackwede, wurde die Wärmedurchgangzahl k abhängig von der Luftgeschwindigkeit gemessen und daraus α berechnet. Untersucht wurden Messingrohrbündel von 12 und 16 mm Dmr. und 20, 30 und 40 Rohrreihen hintereinander bei Anordnung der Rohre in Kiellinie.

Über den Wärmeaustausch an Regeneratoren, eine Frage, die schon vor zwei Jahren den Ausschuß beschäftigt hatte, trug Dr. Hausen, München, vor. Ein Regenerator ist eine Vorrichtung für den Wärmeaustausch zwischen Gasen von verschiedener Temperatur, bei der, wie z. B. bei Siemens-Martin-Öfen, in gewissen Zeitabständen umgeschaltet und die Oberfläche einer zur Wärmespeicherung dienenden Masse abwechselnd von warmen und kalten Gasen bespült wird. Den streng periodischen Zustand, der sich nach häufigem Umschalten in gleichen Zeitabständen einstellt, berechnet Hausen nach einem Näherungsverfahren, bei dem der zeitliche und der örtliche Temperaturverlauf sowie der Wirkungsgrad des Regenerators, die von sieben Veränderlichen abhängen, auf Grund der Ähnlichkeitstheorie als Funktionen von zwei sogenannten Kenngrößen dargestellt werden. Für die praktische Anwendung wurde ein Diagramm entworfen, aus dem man den Wirkungsgrad nach Berechnung der zwei entsprechenden Kenngrößen unmittelbar ablesen kann.

In der Aussprache berichtete Nußelt über eine andere Lösung der gleichen Aufgabe. Dr. Stender, Berlin, teilte neue Formeln mit, womit er die an Rohren von Rietschel, Stanton, Stender u. a. gemessenen Wärmeübergangzahlen einwandfreier darstellen zu können glaubt als nach der Formel von Nußelt. Hieran knüpfte sich eine lebhafte Aussprache über die Bedeutung und die Grenzen der Anwendbarkeit der Ähnlichkeitstheorie.

Dr. Koenemann, Berlin, machte auf ein wohl zuerst von L. Holborn und W. Dittenberger[4]) benutztes Verfahren aufmerksam, das er bei einer eiligen Untersuchung mit Erfolg angewendet habe. Dabei wird mit zwei verschieden tief in die Wand eines sehr dickwandigen Rohres eingelassenen Thermoelementen die Temperatur festgestellt, daraus die Temperatur der Innenfläche des Rohres extrapoliert, endlich die Temperatur der im Inneren strömenden Flüssigkeit gemessen. Kennt man die Wärmeleitzahl des Rohmaterials, so gewinnt man aus den drei gemessenen Temperaturen in einfacher Weise die Wärmeübergangzahl.

Wärmeübertragung (mit Zustandänderung) **durch Wärmeleitung**

Der einzige Vortrag über Wärmeleitung betraf eine schwierige Aufgabe aus der Metallurgie. Kühlt sich ein glühender Eisenkörper ab, so treten beim Durchgang durch den Umwandlungspunkt, also bei 700 °C, zunächst außen und dann fortschreitend nach innen von der Umwandlung herrührende Wärmequellen auf, die bei der weiteren Abkühlung wieder zuerst außen versiegen. Die dadurch bedingte Temperaturverteilung in dem Körper muß man nicht nur wegen des Auftretens von Temperaturspannungen, sondern auch für die thermische Analyse kennen, da sonst die höchst verwickelten Temperaturschwankungen leicht Umwandlungen vortäuschen, die nicht auftreten oder vorhandene überdecken.

Dr. H. Schmidt, Düsseldorf, berichtete über die gemeinsam mit Dr. W. Uhink in Anlehnung an Vorarbeiten von S. Saitô durchgeführten Rechnungen. Sie betrafen den unendlich langen Zylinder, die Kugel und einen Zylinder, der von einem Werkstoff ohne Umwandlungspunkt umgeben ist. Dabei wurden die durch Abkühlung ohne Wärmequellen und die von letzteren allein hervorgerufenen Temperaturfelder übereinander gelegt und durch Annäherun[...] verfahren die Temperaturschwankungen in jedem Punkt [...] mittelt.

Wärmeübergang (mit Zustandänderung) **durch Konvekt[...]**

Während der Wärmeübergang bei strömenden Flüss[...] keiten und Gasen ohne Zustandänderung schon weitgeh[...] geklärt ist, stecken die Untersuchungen des Wärmeüb[...] gangs mit gleichzeitiger Kondensation oder Verdampfu[...] noch in den Anfängen. M. Jakob berichtete über [...] Versuche beim Kondensieren von Wasse[...] dampf, die er gemeinsam mit Dr. S. Erk in der Phy[...] kalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt hat. N[...] Vorversuchen mit verschiedenen Rohren wurden 127 M[...] sungen bei 1 at an einem 50 cm langen Messingrohr [...] 17 mm l. W. ausgeführt, durch das der Dampf von o[...] nach unten strömte und dessen Außenwand durch glei[...] gerichtetes Wasser gekühlt wurde. In einem zweiten Küh[...] wurde der Rest des Dampfes niedergeschlagen. An d[...] Versuchsrohr war außen ein Röhrchen der ganzen Län[...] nach angelötet, in dem man ein Thermoelement verschieb[...] konnte. Außer der Wandtemperatur wurden die Tempe[...] turen beim Ein- und Austritt und die Mengen von Dam[...] und Kühlwasser gemessen. Die Temperatur des einst[...] menden Dampfes betrug 100 bis 310 °, seine Geschwind[...] keit 8 bis 112 m/s, die Wandtemperatur 65 bis 145 °, [...] Temperatur der Kühlflüssigkeit 21 bis 105 ° (Dampf).

Der Wärmeübergang zwischen Dampf und Wand st[...] mit abnehmender Wandtemperatur und zunehmender Dam[...] geschwindigkeit. Brachte man die Wandtemperatur üb[...] die Sättigungsgrenze, so änderte sich der Wärmeüberga[...] nicht etwa sprunghaft, weder auf der Dampfseite, wo m[...] eine plötzliche Abnahme hätte erwarten können, noch [...] der Seite des Kühlwassers, wo man beim Eintritt des Siede[...] bisher einen unvermittelten Anstieg des Wärmeüberga[...] annahm. Sofern also in der Praxis besonders schlech[...] Wärmeübergang bei Heißdampf beobachtet wird, wird m[...] den Grund meistens bei der gekühlten Fläche zu suchen hab[...] an der Dampfschichten oder sich ausscheidende Luft ei[...] großen Wärmewiderstand bilden können. Es wurde fer[...] ein Gütegrad der Wärmeübertragung definiert und gezei[...] daß danach der Wärmeübergang von Heißdampf an ei[...] Wand im allgemeinen besser ist als der von Sattdampf, ei[...] Folgerung aus der Nußeltschen Theorie, die wohl zue[...] W. Stender gezogen hat[5]).

Die Nußeltsche Theorie wurde überhaupt qualitativ [...] stätigt gefunden; entgegen ihrer Voraussage zeigte sich fr[...] lich in gewissen Gebieten der Wärmeübergang von Sa[...] dampf besser als der von Heißdampf. Die Versuche w[...] den mit andern Rohren und Drücken fortgesetzt. Auch s[...] der Wärmeübergang von heißen Wänden an luftfreies Wass[...] untersucht werden.

Dipl.-Ing. B. Block, Berlin, bemerkte, es sei n[...] klar, warum in mancher Zuckerfabrik der Verdampfer [...] überhitztem Dampf schlecht arbeite; da Zuckersaft imm[...] Kalk enthalte, bilde sich auf der Saftseite eine Kalkschic[...] die den Wärmewiderstand erhöhe. Prof. Zerkowit[...] München, bezeichnete die Eignung von überhitztem Dam[...] für die Wärmeübertragung als besonders wichtig für A[...] lagen mit Entnahmeturbinen, weil man bei Entnahme v[...] überhitztem Dampf im Niederdruckteil der Turbine nicht [...] das für den Wirkungsgrad ungünstige Naßdampfgebiet [...] rate. Für die Gegendruckturbine sei die Frage von ger[...] gerer Bedeutung.

Den Wärmeübergang aus lufthaltige[...] Dampf behandelte Fr. Merkel, Dresden, nach V[...] suchen von E. Langen, bei denen der Dampf mit hö[...] stens 1 m/s Geschwindigkeit strömte und die Wandtem[...] ratur mit Widerstandsthermometern gemessen wurde. [...] niedergeschlagene Dampfmenge kann man dem Unterschi[...] zwischen den Dampfteildrücken im Dampfraum und an d[...] Oberfläche des Wassers proportional setzen, wobei der P[...] portionalitätsfaktor fast nur vom Luftgehalt und nur se[...] wenig vom Gesamtdruck abhängt. Er ist für reinen Dam[...] unendlich groß und nimmt mit zunehmendem Luftgehalt e[...] rasch, dann immer langsamer ab. Bei bekanntem Fak[...] bestimmt man aus Wandtemperatur und Luftgehalt die üb[...] gehende Wärmemenge mit Hilfe eines Diagramms, das f[...] einen gegebenen Druck den Einfluß von Wandtempera[...] und Luftgehalt erkennen läßt.

Über Verdunstungsvorgänge sprach Dipl.-I[...] K. G. Fischer, Dresden. Der Wärmeaustausch zwisch[...] Luft und Wasser verschiedener Temperatur erfolgt [...] reiner Wärmeübergang und durch Übertragung von V[...] dunstungswärme. Die Verknüpfung beider Vorgänge wi[...] im Mollierschen i, x-Diagramm (x = Wassergehalt) [...]

[4]) Forschungsarbeiten Heft 2 (1901) S. 56.

[5]) „Die Wärme" Bd. 48 (1925) S. 485.

ischung zwischen der ungesättigten Luft der weiteren Umbung und der gesättigten Luft an der Wasseroberfläche rgestellt. Besonders einfache Verhältnisse ergeben sich, nn die Wassertemperatur der Temperatur des feuchten ermometers in der Luft entspricht, weil dann die Verampfungswärme durch die Abkühlung der Luft geliefert d.

Versuche an einer vorläufigen Anlage bei verschiedenen ftgeschwindigkeiten, Lufttemperaturen und letzteren nach igem zugeordneten Wassertemperaturen sowie verschien langen bestrichenen Flächen (rechteckige Schale von 2 m × 0,7 m) führten zu einer Gleichung, wonach die von rkel eingeführte „Wasserübergangzahl“ umgekehrt proortional der Wassertemperatur und der dritten Wurzel der nge und proportional der 0,9. Potenz der Geschwindigit ist. Im Vortrag wurde auch die endgültige Versuchslage beschrieben, bei der die Luft in einem „Wetterverctiger“ die gewünschte Feuchtigkeit erhält und bei der t Wellenbrechern die Oberflächenwellen fast völlig abdämpft werden.

Wärmestrahlung — Gesamtstrahlung

Über Messungen der Gesamtstrahlung von etallen, die E. Furthmann im Kaiser-Wilhelm-Intut für Eisenforschung, Düsseldorf, ausgeführt hat, berichtete Dr. H. Schmidt, Düsseldorf. Die Messungen, bisr bis zu 600 °C durchgeführt, erstreckten sich auf sorgfältig liertes Aluminium, Blei, Eisen, Gold, Messing, Nickel, atin, Silber und Zink, ferner auf Eisenoxyd, ein Rußtron-Wasserglas-Gemisch und eine Aluminium-Anstrichbe. Der elektrische Strahler befand sich in einem doppelndigen mit Wasser gekühlten Eisengefäß; als Empfänger nte ein Thermoelement von Zeiß. Der Empfänger war den festen Strahler drehbar, so daß die Winkelabhängigit der Strahlung ermittelt werden konnte.

In der Aussprache wies Jakob auf die besonders edrige Strahlung von Messing hin, die sogar unter der n Aluminium liege. Kraushold bemerkte, daß auch Schmidt, Danzig, für ganz blank poliertes Messing gengere Strahlung festgestellt habe als für Aluminium (0,25 gen 0,26); die Politur spiele eine bedeutende Rolle und ssing lasse sich leichter polieren. Gröber warf darfhin die Frage auf, ob es möglich sei, Zahlen für den ad der Politur oder der Rauhigkeit anzugeben. Prof. offmann, Berlin, bemerkt, daß man zur Beurteilung r Politur optische Glanzmesser (Glarimeter) habe. . Kircher, Berlin, erwähnt, daß die Tiefe der Einrbungen bei hochpoliertem Messing unter 1/1000 mm liege. rektor Wünsch, Berlin, und Kircher bemerken, ß man durch Messung des reflektierten und des diffus rstreuten Lichtes die Rauhigkeit messen könne. Hoffnn, Kircher und Schmidt, Düsseldorf, erklären sich beit, bis zur nächsten Sitzung die Frage der Messung der ätte von Flächen zu studieren.

Reiher berichtete über die Gesamtstrahlung n Glühöfen und Zentralheizkörpern, die Gruber nach einem von Reiher und Knoblauch[6]) ausarbeiteten Verfahren im Münchener Laboratorium für chnische Physik untersucht hat. Dabei wird die Strahlung ttels eines aus einem Platinband bestehenden Bolometers messen, das auf einem lotrechten und einem wagerechten reise verstellbar ist und so die räumliche Verteilung der rahlung aufzunehmen gestattet. Nach diesen Versuchen ben in Übereinstimmung mit Berechnungen von Nußelt[7]) gebräuchlichen Heizkörper mit sechs und mehr Gliern etwa 26 bis 33 vH der Gesamtwärmemenge durch rahlung ab. Da sich bei mehreren Heizkörpergliedern die nander zugekehrten Flächen an der Strahlung hindern, so höht sich mit abnehmender Gliederzahl der Anteil der rahlung bis auf rd. 47 vH bei einem einzelnen Glied. Bei sglühöfen betrug dieser Anteil 30 bis 40 vH, bei einem armwasserheizofen rd. 30 vH.

In der Aussprache empfahl Dr. Hencky, Leverkusen, e Untersuchung des von Brabbée auf dem Kongreß r Heizung und Lüftung zu Wiesbaden erwähnten Heizrpers. Prof. Knoblauch, München, bemerkte, daß bei sem Heizkörper die einzelnen Glieder mit den Schmalten einander zugekehrt seien, so daß die wirksame rahlende Fläche sehr groß sei. Dr. Richter, Wien, gte an, die Messungen über Strahlung auf Zylinder von rbrennungsmaschinen auszudehnen. Reiher erwiderte, ß bei Rippenkörpern und -rohren die Konvektion überge. Jakob behauptete, es sei bei Raumheizkörpern gar ht erwünscht, den Anteil der Strahlung zu vermehren, die langwellige Strahlung physiologisch unangenehm rke. Knoblauch wies auf die Möglichkeit hin, in einem kalten Raum durch elektrische Strahlöfen schnell Wärme an einer bestimmten Stelle des Körpers zu vereinigen. Reiher bemerkte, daß dies zu Erkältungen führe. Wünsch entgegnete, daß Strahlöfen immer mehr begehrt würden.

Über Versuche zur Bestimmung der Gesamtstrahlung des Wasserdampfes, die E. Schmidt, Danzig, auf Anregung des Ausschusses ausgeführt hat, berichtete Kraushold.

Dampf von 100 bis 800 ° und bis zu 6 cm Schichtdicke strömte aus einem elektrischen Überhitzer durch eine gut abgerundete Düse in einem rechteckigen, ziemlich scharf begrenzten Strahl mit 10 bis 20 m/s Geschwindigkeit in den Versuchsraum, bestrahlte hier mit Hilfe eines vergoldeten Hohlspiegels eine Thermosäule und wurde dann sofort ins Freie geleitet, da die Luft im Versuchsraum möglichst trocken sein muß. Die Temperatur des Dampfes wurde mit 0,1 mm dicken Thermoelementen gemessen.

Der Empfänger war anfangs durch eine Zaponlack-Folie nach außen abgeschlossen. Später wurde er ständig mit sorgfältig getrockneter Luft schwach durchspült. Der Teildruck des Wasserdampfes im Empfänger betrug dann noch etwa ½ mm Q.-S. Die Versuchseinrichtung wurde durch Vergleich mit einem schwarzen Körper geeicht.

Die Versuche ergaben erhebliche Abweichungen von den bisherigen Anschauungen. Besonders bei geringer Überhitzung ist die Strahlung 2- bis 3mal so groß wie sich nach den Formeln von Schack ergibt. Auch die Strahlung einer sehr dicken Dampfschicht ist größer als bisher angenommen.

Dr. Schack, Düsseldorf, betonte die Bedeutung dieser Versuche. Er hat beobachtet, daß mit zunehmendem Wasserdampfgehalt die Temperatur abziehender Rauchgase fällt, weil die Wärmeabgabe durch die Strahlung im Heizraum größer wird. Bei Temperaturen von mehr als 800 ° tritt eine andere Bande des Wasserdampfspektrums in den Vordergrund als unterhalb 800 °. Er empfiehlt, den Einfluß dieser Bande zunächst rechnerisch aus Messungen über die Gesamtstrahlung bei verschiedenen Temperaturen zu ermitteln. Jakob bemerkte hierzu, daß es von vornherein im Plan der vom Ausschuß angeregten Arbeiten gelegen habe, Gesamtstrahlung und spektrale Strahlung von Wasserdampf und Kohlensäure zu untersuchen. Er hoffe, daß Prof. Henning die spektrale Strahlung untersuchen werde. Dieser erwiderte, daß er Wasserdampf in ein Rohr einschließen und unter Berücksichtigung der Absorption durch abschließende Folien die Strahlung spektral messen wollte, während man am Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, wie ihm Prof. Körber mündlich mitgeteilt habe, an Betriebsmessungen über die Verteilung der Strahlung denke. H. Schmidt, Düsseldorf, erklärte, man sei von dieser Absicht abgekommen und wolle nun auch Laboratoriumsmessungen, wie Henning, ausführen. Es wurde zum Ausdruck gebracht, daß es in diesem Falle nichts schaden könne, wenn zwei Stellen dieselbe Arbeit in Angriff nehmen. Prof. Paschen, Berlin, bemerkte, daß schon geringe Spuren von Kohlensäure oder Wasserdampf in der Umgebung des freien Strahles die Messungen stark beeinflussen. Man könne dann zwar die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur noch messen, aber nicht die wahre Gesamtstrahlung. Er schätze die bei der Versuchsanordnung von E. Schmidt, Danzig, möglichen Fehler auf mindestens 10 vH.

Spektrale Verteilung der Wärmestrahlung

Fr. Henning, Berlin, berichtete über Versuche zur Bestimmung der Temperatur der Azetylen-Sauerstoff-Flamme, die er gemeinsam mit Dr. Tingwaldt auf Anregung des Ausschusses für Schweißtechnik in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt hat. Die Messungen erfolgten nach dem Kurlbaumschen Verfahren der Linienumkehr. Die Flamme wird durch ein Salz gefärbt und von einer Lichtquelle, deren Temperatur man verändern kann, z. B. einer Bogenlampe, durchstrahlt. Richtet man ein Spektrometer auf den Strahler, so erhält man, solange dessen Temperatur niedriger ist als die der Flamme, Spektrallinien des in dem Salz enthaltenen Metalls (bei den vorliegenden Versuchen die rote Linie von Lithium); steigert man die Temperatur des Strahlers über die der Flamme, so wird die Spektrallinie ausgelöscht. Der Umschlagpunkt ergibt die Temperatur der Flamme.

Färbte man den dem Spektrometer zugekehrten Teil der Flamme, so wurde die von dem heißen Kern der Flamme herrührende Strahlung in der gefärbten Zone teilweise absorbiert und ergab eine bis 500 ° tiefere Temperatur, als wenn man den dem Spektrometer abgewandten Teil der Flamme färbte. Die Flamme wurde in zahlreichen Fällen in verschiedener Höhe über dem Brennerrand und in verschiedenen Abständen von der senkrechten Achse durchstrahlt. Als Höchsttemperatur wurden 3100 °C gemessen, und zwar,

[6]) „Gas- und Wasserfach“ Bd. 69 (1926) S. 897.
[7]) Ges.-Ing. Bd. 42 (1919) S. 293.

wenn die Flamme aus gleichen Raumteilen von Azetylen und Sauerstoff erzeugt und unmittelbar oberhalb der Spitze des leuchtenden Kegels durchstrahlt wurde. Auch die bei der Wellenlänge 4,4 μ liegende Bande der in der Flamme vorhandenen Kohlensäure wurde zur Nachprüfung der Messungen benutzt.

Über spektrale photometrische Messungen am Siemens-Martin-Ofen, die Dipl.-Ing. W. Liesegang bei den Rombacher Hüttenwerken durchgeführt hat, trug H. Schmidt, Düsseldorf, vor. Um eine richtige optische Temperaturmessung zu erhalten, ist zu prüfen, ob der Herdraum eines Siemens-Martin-Ofens während des Betriebes als schwarzer Körper angesehen werden kann. Ist dies der Fall, so muß die Temperatur der von dem Ofen ausgehenden Strahlung von der Farbe unabhängig sein, was durch Photometrieren der Ofenstrahlung mit einem Spektralpyrometer geprüft werden kann.

Zunächst wurden Ofenbaustoffe in Säulchenform, die durch drei Gebläseflammen gleichmäßig erhitzt wurden, auf ihre Absorption untersucht; diese nimmt mit abnehmender Wellenlänge zu. Die Betriebsmessungen wurden bei acht Schmelzungen eines Ofens in einem Zeitraum von zwei Monaten ausgeführt und ergaben, daß der Siemens-Martin-Ofen kein völlig schwarzer Körper ist. Die Unterschiede zweier im Blau und Rot gemessenen Farbtemperaturen betrugen vielmehr für freistrahlende Silikasteine bei 1500 °C im Mittel 53 °C, bei dem neu in Betrieb genommenen Ofen zwischen 1550 ° und 1650 ° rd. 55 °C, nach 20 Schmelzungen rd. 20 °, nach 150 Schmelzungen rd. 30 °. Der Ofen wird also mit der Zeit schwärzer. Dies wird dem fortschreitenden Temperaturausgleich und der zunehmenden Schwärzung der Steinoberfläche durch Kalk, Manganoxyd und Eisenoxyd zugeschrieben. In Übereinstimmung mit den Messungen zeigte eine Photographie des Ofeninnern zahlreiche Einzelheiten des Mauerwerks im Herdraum.

Allgemeines

Beim Ausschuß für Wärmeforschung war angeregt worden, die neuen einschlägigen Bücher des Auslandes zu sichten. Daraufhin wurden 14 Bücher von verschiedenen Mitgliedern des Ausschusses geprüft. Erk, Berlin, faßte das Ergebnis folgendermaßen zusammen: Gegenüber den deutschen Fachbüchern bringen nur sehr wenige Bücher nach Gegenstand oder Darstellung Neues. Dazu gehören Heat Transmission by Radiation, Conduction and Convection und Heat Transmission in Boilers, Condensers and Evaporators von R. Royds (London 1921). In beiden Büchern sind mathematische Ableitungen vermieden, dagegen einfache Ähnlichkeitsbetrachtungen in leicht faßlicher Form ve[r]wendet. Ein reicher, fast ausschließlich englischer Ve[r]suchsstoff ist in Diagrammen wiedergegeben, und zwar z[u]r Kennzeichnung der Genauigkeit mit den Versuchspunkte[n]. Über das ähnlich zu bewertende Werk Heat Transfer a[nd] Evaporation von W. L. Badger (New York 1926) wur[de] in dieser Zeitschrift bereits berichtet[8]).

Einen Gegenpol zu diesen Büchern ohne mathematisch[e] Anforderungen bildet Introduction to the Mathematica[l] Theory of Conduction of Heat in Solids von H. Carsl[aw] (London 1921), worin besonders die Lösung der Di[f]ferentialgleichungen mit neuzeitlichen analytischen Verfa[h]ren behandelt wird. Die Beispiele sind der mathematische[n] Physik entnommen; technische Fragen werden nicht b[e]handelt.

Prof. H. Lorenz, Danzig, wünschte, daß auch Au[f]sätze aus ausländischen Zeitschriften zusammengestellt we[r]den möchten. Jakob hat vor einigen Jahren eine solch[e] Übersicht für den V. d. I. bearbeitet. Knoblauch wies a[uf] die Quellen in den Physikalisch-Chemischen Tabellen vo[n] Landolt und Börnstein und auf die Zusammenstellung vo[n] E. Schmidt[9]) hin, worin auch die von Ch. H. Herter[10]) stam[]mende Übersicht und Bibliographie bearbeitet ist.

L. Richter, Wien, sprach dann über Wirkungs[]grade der Erwärmung und Abkühlung. Er u[n]terscheidet einen inneren Wirkungsgrad der Erwärmun[g], nämlich das Verhältnis der zur Temperaturerhöhung un[d] Zustandänderung nutzbar gemachten Wärme zur zugefüh[r]ten Wärme und einen äußeren Wirkungsgrad, d. i. das Ve[r]hältnis der insgesamt bei der Erwärmung aufgewendeten z[u] der dem Körper wirklich zugeführten Energie. Beide Wi[r]kungsgrade sind kleiner als 1, ihr Produkt, der Gesamtwi[r]kungsgrad, daher erst recht. Richter berechnet die Wi[r]kungsgrade der inneren Erwärmung im Idealfall eines Kö[r]pers mit sehr guter Wärmeleitung (kräftig durchgerühr[te] Flüssigkeit) für verschiedene Arten der Erwärmung, u[nd] zwar für unveränderten Wasserwert des zu erwärmende[n] Körpers, wobei es am günstigsten ist, wenn die in der Zei[t]einheit zugeführte Wärme verhältnisgleich dem Unterschie[d] zwischen den Temperaturen des Körpers und der Umgebun[g] ist, und für die Erwärmung durch Zumischen eines wä[r]meren Körpers zu dem zu erwärmenden. Die gewonnene[n] Gesetze, die auch auf die Abkühlung übertragbar sind, e[r]möglichen Schätzung und zweckmäßige Wahl der Wärmez[u]fuhr, was wichtig ist, wenn große, nicht gut isolierba[re] Massen erwärmt oder abgekühlt werden müssen.

[8]) Z. Bd. 70 (1927) S. 107.
[9]) Mitt. Forschungsheim f. Wärmeschutz Nr. 5 (1924) S. 7.
[10]) „Refrigerating Engineering“ Bd. 11 (1924) Heft 5. [M 1305]

Kühlung bei Fahr- und Flugzeugmotoren[1])

Während die Übertragung der Wärme von den Verbrennungsgasen auf die Zylinderwände fast zwangläufig von dem Arbeitsverfahren, den Betriebsbedingungen und der Form und Größe des Verbrennungsraumes abhängt und sich nur in sehr engen Grenzen beeinflussen läßt, wenn man die Grundlagen für den Entwurf des Motors aufrecht erhalten will, kann man für die Abfuhr der Wärme von den Zylinderwänden, wenigstens für einzelne Fälle, günstigste Verfahren und Bauformen angeben. Allerdings sind die Grundlagen noch ziemlich lückenhaft, aber auf diesem Gebiete, dem sich viele Forscher und Praktiker widmen, ist ein rascher Fortschritt zu erhoffen.

Am leichtesten läßt sich die unmittelbare Kühlung durch Flüssigkeiten beherrschen, wobei das Kühlmittel nach der Wärmeaufnahme abfließt. Hierbei ist in erster Linie auf entsprechende Geschwindigkeit der Strömung an jenen Stellen zu achten, wo die Wärme aufgenommen wird. Für die unmittelbare Kühlung durch Gase (gewöhnlich Luft) gibt es einigermaßen verläßliche, auf Arbeiten von Nußelt beruhende Grundlagen nur dort, wo die Gase bei der Wärmeaufnahme durch rohrförmige Zellen streichen. Für den Entwurf von Rippenzylindern geben zwar die Rechnungen von Schmidt, die Versuche von Lanchester und Gibson und Arbeiten des Münchener Laboratoriums für Technische Physik einige Anhaltpunkte, aber eine vollständige Vorausbestimmung der Kühlwirkung ist noch nicht möglich. Immerhin gelang es, hauptsächlich auf Grund von Versuchen, große Motoren mit Luftkühlung, z. B. den berühmten Wright Whirlwind-Motor (115 mm Zyl.-Dmr., 140 mm Hub), vollkommen betriebsicher zu bauen.

Als mittelbare Kühlung findet nur die reine Oberflächenkühlung in Fahr- und Flugzeugen Verwendung, fast ausschließlich mit Wasser als primärem, Luft als seku[n]därem Kühlmittel und meist im Kreuzstrom, dessen Gesetz[e] Nußelt angegeben hat. Richter hat für den Luftröhre[n]kühler im freien Luftstrom ein Rechenverfahren entwickel[t], das Kühlleistung und Luftwiderstand in guter Überei[n]stimmung mit den Versuchen von v. Doblhoff, im Wiene[r] Motorenwerk, von Kumbruch und vom Bureau of Standard[s] (Parsons und Harper) ergibt.

Viel verwickelter sind die Verhältnisse im Kraf[t]wagen, wo sich Fahr- und Lüfterwind überlagern, Wärm[e]abgabe des Motors, Fahrgeschwindigkeit und Lüfterdrehzah[l] sich gleichzeitig, jedoch abhängig voneinander ändern un[d] auch Einbauten und die Kühlerhaube die Strömung beei[n]flussen. Richter hat versucht, mit Hilfe der Lüfter-Kenn[]linien von Berlowitz diese Zusammenarbeit von Moto[r], Kühler und Lüfter rechnerisch zu klären.

Dieses Verfahren ist auch auf Wasserrohrkühler i[n] Kraftwagen anwendbar, wenn ihre Eigenschaften im frei[en] Luftstrom bekannt sind; diese müssen aber heute für jed[en] Kühler besonders durch Anblasen ermittelt werden. Ve[r]suche von Reiher über den Wärmeübergang auf Röhre[n]bündel, die für Wasserrohrkühler ohne Kühlbleche wichti[g] sind, werden jetzt an solchen Kühlern und an Kühlern m[it] Kühlblechen planmäßig fortgesetzt.

Die Verdampfkühlung, bei der die primäre Kühlflüssig[]keit (Wasser) als Dampf in den Kühler eintritt, dort niede[r]geschlagen und weiter abgekühlt wird, findet sich vo[r]läufig bei Kraftfahrzeugen nur als Versuch. Sie kann z[u] einer beträchtlichen Verkleinerung der Kühlflächen un[d] damit des Luftwiderstandes (was besonders bei Flugzeuge[n] wichtig ist) und der Kosten des Kühlers führen, wenn es g[e]lingt, sie verläßlich durchzubilden. Die Verdunstungskühlun[g] hat im Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau noch keine A[n]wendung gefunden, weil hier Wasserverluste unzulässi[g] sind. [N 1128]

Wien L. Richter

[1]) Auszug aus den Forschungsarbeiten Heft 300, vergl. S. 341 Anm. [1]).

Ansprüche an Förderseile und ihre Prüfung[1]

Von Dipl.-Ing. H. Herbst, Bochum

Bedeutung großer Betrieblasten und Eigengewichte für das Flechten und die Verwendung ausreichender Drahtdicken. — Dynamische Zugbeanspruchungen und Biegebeanspruchungen. — Rostgefahr. — Vorschriften für die Prüfung und Überwachung.

Unter den zum Heben von Lasten dienenden Seilen nehmen die Förderseile eine besondere durch die Art der Beanspruchungen wie durch die Überachung gekennzeichnete Stellung ein. Unter den Förrseilen sind die Beanspruchungen noch so verschieden, ß man zweckmäßig zwischen Seilen für die vom Tage sgehenden Hauptschächte und denjenigen für Blindhächte unter Tage unterscheidet, die zum Fördern von sten zwischen den einzelnen Sohlen dienen. Die hauptchlichsten Unterschiede der beiden Gruppen liegen in n größeren Lasten, Teufen, Scheibendurchmessern und rdergeschwindigkeiten der Seile der Hauptschächte.

Da man unter Förderseilen im engern Sinne des ortes stets an die Hauptschacht-Förderseile denkt, so i im folgenden hauptsächlich auf sie eingegangen.

Für die Zugbeanspruchungen ist bei ihnen einmal die solute Höhe der Belastung bemerkenswert.

Die höchste statische Belastung des obersten Seilquernitts kann in Deutschland z. Z. mit 35 t angenommen rden. Von diesen entfallen 20 t auf den belasteten rb mit den Zwischengeschirren für Förder- und Unteril und 15 t auf das Eigengewicht des Seiles.

Wegen der hohen Lasten sind große Bruchlasten der ile erforderlich, da die Vorschriften gegenüber der tischen Zugbelastung bei der Seilfahrt eine mindestens htfache und bei der Förderung eine mindestens sechshe rechnerische Sicherheit fordern. Bei Seilfahrt kann n unter besonders günstigen Verhältnissen auf siebenhe Sicherheit zurückgehen.

Um die tragenden Querschnitte in mäßigen Grenzen halten und um gleichzeitig das Eigengewicht zu vergern, das für Förderseile bei den großen Teufen bis 1050 m ebenfalls von kennzeichnender Bedeutung ist, issen hohe Zugfestigkeiten angewendet werden. Als chster Mittelwert für die Drähte eines Seiles ist im allmeinen 180 kg/mm² zugelassen, einzelne Drähte dürfen 200 kg/mm² haben. Trotz des schon recht hohen Mitwertes werden aber noch tragende Querschnitte von er 1500 mm² notwendig. Als größter üblicher Drahtrchmesser kann 3 mm gelten. Der obige Querschnitt irde bei dieser Drahtdicke durch 6 Litzen zu je 37 ähten erreicht. Die Drähte werden aber nicht gern in n hohen Festigkeiten mit diesen Durchmessern gelie-t. Man bildet vielmehr Querschnitte aus einer größeren hl dünnerer Drähte.

Mit der Zahl der Drähte wachsen aber nicht nur die hwierigkeiten, eine gleichmäßige feste Flechtung herstellen, sondern es wächst auch die Gefahr, daß eine fänglich feste Flechtung auf mehr oder minder großen ilstrecken sich im Betriebe lockert. Bildet man z. B. i rundlitzigen Seilen Litzen aus einer zu großen Zahl n Drähten, so drücken sich diese Litzen unter dem Aufedruck in den Scheibenrillen platt. Die Drähte werden s ihrer ursprünglichen Lage gedrängt, liegen nicht hr fest und verschleißen in verstärktem Maß infolge Scheuerns an den Rillenwänden, an Nachbardrähten d an solchen der nächst inneren Lage. Bei sehr star-Seilen bieten aus diesem Grunde Litzen mit besonders igneten Querschnittformen, wie z. B. Dreikantlitzen, rteile.

Auch das hohe Eigengewicht wirkt sich in beachtenswerter Weise auf die Flechtung aus. Ein normales, rundes, senkrecht herabhängendes Drahtseil zeigt das Bestreben, sich aufzudrehen, wenn es am untern Ende belastet wird, und zwar um so stärker, je höher die Belastung ist. Ein beiderseitig eingespanntes Förderseil wird sich in den am höchsten belasteten Strecken aufdrehen und dafür in den geringer belasteten zudrehen. Z. B. ist die Durchschnittsbelastung der Koepeseile in der Nähe der Körbe am kleinsten, da sich diese Strecken vom Eigengewicht des Seiles entlasten, wenn der Korb an den Füllort kommt. Dagegen arbeitet der mittlere Teil des Seiles stets im obern Teil des Schachtes. Er ist also durchschnittlich immer mit einem größeren Seilgewicht belastet. Infolgedessen zeigen sich Koepeseile in ihrem mittleren Teil stets aufgedreht. Bei tieferen Schächten wurden bis zu 10 cm Unterschied zwischen den Litzenganghöhen in der Mitte und an den Enden gemessen. Noch stärkere Unterschiede können sich einstellen, wenn längere Zeit nur mit einem belasteten Korbe gefördert wird.

Bei Trommelseilen, die ohne Seilausgleich durch Unterseil arbeiten, kann man ebenfalls besonders große Unterschiede zwischen den Strecken in der Nähe des Korbes und der Trommel beobachten[2]).

Das Auf- oder Zudrehen hat aber stets eine Veränderung der Anspannung der verschiedenen Drahtlagen einer Litze zur Folge[3]).

Besonders kommt dies zur Geltung, wenn die Lagen teilweise in entgegengesetztem Sinne verflochten sind. Während sich dann eine Lage aufdreht und damit verlängert, dreht sich die entgegengesetzt verflochtene Lage zu und verkürzt sich. Dazu kommt noch, daß ein wechselnder Flechtsinn sehr ungünstige Berührungsverhältnisse zwischen den Drahtlagen zur Folge hat, da die Drähte sich kreuzend berühren. Vor einem wechselnden Flechtsinn der Drähte einer Litze, der gelegentlich zur Erleichterung der Herstellung angewendet wird, kann daher nur gewarnt werden.

Aus diesen Beobachtungen und Überlegungen geht hervor, daß auch bei sorgfältigster und theoretisch genau richtiger Flechtung eine genau gleichmäßige Belastungsverteilung über den Seilquerschnitt nicht dauernd gewährleistet werden kann. Deshalb ist es angebracht, durch Beschränkung der Drahtzahl eines Seiles im allgemeinen und einer Litze im besonderen die Flechtung möglichst zu vereinfachen. 37 Drähte sollten etwa die Höchstzahl darstellen, die zu einer Litze verseilt werden. Litzen von 61 und mehr Drähten, die man wohl bei Kranseilen antrifft, sind für Förderseile unbrauchbar; es ist anzunehmen, daß sich Macharten mit geringern Drahtzahlen auch auf andern Verwendungsgebieten besser bewähren.

Die Nachteile hoher Drahtzahlen gehen endlich auch recht deutlich aus Zahlentafel 1 hervor. Sie gibt an, um wieviel die wirkliche, durch den Zugversuch im ganzen ermittelte Bruchlast von Seilen mit verschiedenen Drahtzahlen zurückbleibt hinter der als Summe der einzelnen Draht-Bruchlasten rechnerisch ermittelten. In der letzten Reihe ist die Anzahl der jeweils berücksichtigten Seile an-

[1]) Vorgetragen in der Werkstofftagung am 26. Oktober 1927. Reihe 9: orderungen des Bergbaues an die Werkstoffe.

[2]) Vergl. H. Herbst, Formänderungen an Förderseilen, „Glückauf" Bd. 56 (1920) S. 269.

[3]) Vergl. H. Herbst, Das Drallauslassen bei Förderseilen, „Glückauf" Bd. 56 (1920) S. 330.

Zahlentafel 1
Einfluß der Drahtzahl auf die wirkliche Bruchlast

zahl der Drähte	0 bis 100	101 bis 150	151 bis 200	201 bis 250	über 250
lterschied der wirklichen Bruchlast gegen die rechnerische . . . vH	7,6	— 9,4	— 10,9	— 12,1	— 14,1
zahl der Seile	11	21	18	15	7

Abb. 1
Beschleunigung der Fördermaschine.

verschiedenen Zylinderseiten oder aus andern Gründ diese Kraftimpulse wirken, um so stärker werden d Seilschwingungen.

Wir sind in der Lage einerseits mittels eines ele trisch wirkenden Drehbeschleunigungsmessers der Firm Siemens & Halske den genauen Beschleunigungsverla der Fördermaschine während eines Treibens aufzuzeic nen. Anderseits bietet der Senkrecht-Beschleunigungsme ser von Jahnke-Keinath die Möglichkeit, die sen rechte Beschleunigung des Förderkorbes aufzuzeichnen[4]).

Abb. 2
Korbbeschleunigung entsprechend Abb. 1.

Abb. 3
Korbbeschleunigung bei 10 m/s Höchstgeschwindigkeit.

gegeben. Mit den größeren Drahtzahlen wachsen also die Unterschiede zwischen wirklicher und rechnerischer Bruchlast erheblich.

Da die Drahtdicke für die Drehzahl maßgebend ist, so empfiehlt neuerdings die Preußische Bergbehörde als Richtschnur für die Wahl der Drahtdicke δ in mm die Formel: $\delta = \frac{d}{30} + 1$, wo d den Seildurchmesser in mm darstellt. Sie weist gleichzeitig darauf hin, die Biegsamkeit der Förderseile durch Längsschlagflechtung und nicht durch geringe Drahtdicken anzustreben. Als größte Drahtzahl für die Litzen von Blindschacht-Förderseilen gibt sie 19 an.

Daher wird an die Drahtindustrie die Forderung nach einer allmählichen Steigerung der Drahtdicken herantreten, die insbesondere für unsere stärksten Längsschlagseile sehr nahe liegt. Da nur verhältnismäßig wenig Längsschlagseile wegen Drahtbrüche in dem über die Scheiben laufenden Teil abgelegt werden, so dürften auch die heute üblichen Scheibendurchmesser bei dickeren Drähten keine Schwierigkeiten machen.

Die stark wechselnden zusätzlichen dynamischen Beanspruchungen, die insbesondere bei den hohen Fördergeschwindigkeiten bis zu 20 m/s entstehen, erfordern ebenfalls ernste Beachtung.

Es erscheint vielleicht zunächst befremdlich, daß die dynamischen Beanspruchungen in Verbindung mit den hohen Geschwindigkeiten genannt werden und nicht mit besonderen Beschleunigungen oder Verzögerungen. Man denkt bei den dynamischen Beanspruchungen der Förderseile meistens nur an diejenigen durch starke Beschleunigungen der Fördermaschinen oder Verzögerungen durch Gegendampf, durch Festklemmen von Körben in den Schachtführungen, durch Fallen der Körbe in Häng-(Schlaff-) Seil u. a. Man spricht auch gern von Stauchungen, die die Seile erleiden. Demgegenüber soll aber hier gerade darauf hingewiesen werden, daß die bei Förderseilen vorkommenden hohen Geschwindigkeiten starke Seilschwingungen verursachen, die besondere dynamische Beanspruchungen bedeuten.

Die Beschleunigungen und Verzögerungen der Fördermaschinen übersteigen selten 2 m/s², meistens liegen sie zwischen 1 und 1,5 m/s². Sie würden also nur zusätzliche Belastungen von höchstens 20 vH bedeuten. Bei der Dehnbarkeit der Seile ist aber nicht nur die absolute Höhe der Beschleunigungswerte von Bedeutung, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der die Beschleunigung erreicht wird. Das Seil kann leicht die doppelte Zusatzbelastung erfahren, die den genannten Werten entspricht. Es gerät in Längsschwingungen um eine Mittellage, entsprechend der Beschleunigung durch die Fördermaschine.

Die Schwingungen verstärken sich während des Förderzuges aus verschiedenen Gründen. Bei Dampfmaschinen können Resonanzen entstehen, wenn die Eigenschwingungsdauer des Seiles mit der Zeitfolge der Maschinen-Kraftimpulse übereinstimmt. Je ausgesprochener bei ungleichmäßiger Leistungsverteilung auf die

Abb. 1 zeigt das Drehbeschleunigungs-Diagramm d Fördermaschine, bei dem als Beschleunigungen die a Seilmitte am Treibscheibenumfang bezogenen verzeichn sind, Abb. 2 das zugehörige, gleichzeitig auf dem Ko aufgenommene Diagramm der senkrechten Beschleunigun

Ein Vergleich der Diagramme zeigt, in welch ve größertem Maße die Beschleunigungen der Maschine i Seil bemerkbar werden. Schwankt die auf Seilmitte b zogene Beschleunigung der Maschine um ± 1 m/s², können die Schwankungen am Förderkorb 6 m/s² übe steigen. In einzelnen Fällen sind Schwankungen üb ± 7 m/s² gemessen, d. h. die Belastung schwankt in rasche Zeitmaß zwischen dem 1,7- und 0,3fachen Wert der mi leren Belastung. Diese Werte würden an sich noch kei bedenklichen Spannungen ergeben. Die Seile führ aber nicht nur Längs- sondern auch Querschwingung aus, die an den Einbandenden Biegungen hervorrufe die Drähte erleiden außerdem noch Spannungen andr Art.

Abb. 3 zeigt ein Senkrechtdiagramm, das auf derselb Förderung wie die Diagramme Abb. 1 und 2, jedoch b 10 m/s Höchstgeschwindigkeit genommen ist. Man sieht, d im allgemeinen die Schwankungen infolge der Seilschwi gungen bei großen Geschwindigkeiten wesentlich stärk ausfallen als bei kleinen. Das rührt einmal mittelbar dav her, daß die Verzögerungen gegen Ende des Treibe schärfer ausfallen, dann aber sind auch unmittelbar d Schwingungen während des ganzen Treibens größer. ist also berechtigt, die hohen Geschwindigkeiten als b zeichnendes Merkmal der Beanspruchungen von Förde seilen in Hauptschächten darzustellen. Der Grund f ihren Einfluß liegt zum Teil in den Schlingerbewegung die die Körbe zwischen den Spurlatten ausführen und d dauernd wechselnde Reibungswiderstände verursache zu einem weitern Teil auch in dem raschern Wechsel d Beschleunigungen.

Die Widerstände in den Spurlatten erreichen b Hauptschächten aber sehr selten ein Maß, das von eine Klemmen des Korbes zu sprechen berechtigt. Auch e Sturz des Korbes in Hängseil gehört bei Hauptschac förderungen zu den seltenen Ausnahmen. Eher könn diese Beanspruchungen bei Blindschächten unter Ta eintreten, die stärker dem Gebirgsdruck ausgesetzt si Jedenfalls stellen sie Ausnahmefälle dar, die übergang werden können, zumal ihnen nicht durch besondere Se macharten oder Werkstoffe, sondern nur durch entspr chend reichliche Abmessungen begegnet werden kann.

Einige kurze Bemerkungen noch über das Stauche Der Begriff entstammt der Zeit, als noch gekapst wurd d. h. als die Körbe zum Beschicken an Hängebank u Füllort auf besondre Aufsetzvorrichtungen gestellt wu den. Dabei bildete sich Hängseil, und das Seil legte si mit einer seitlichen Ausbiegung auf den Einband, so d

[4]) Vgl. Jahnke-Keinath, Zur Überwachung von Schacht u Fördermaschine während der Betriebsfahrt Zeitschr. f. d. Be Hütten- und Salinenwesen Bd. 68 (1921) S. 153.

Abb. 4
Seilbeschädigung an einer Einbandstelle.

Abb. 6
Ermüdungsbrüche.

Abb. 5
Seilbeschädigung über einer Einbandstelle.
a Gesamtes Seil *b* Innenseil

am Einbandende scharf gebogen wurde. Beim An-
ben wurde zunächst das Hängseil ausgefahren und dann
r Korb mit einem Stoß angehoben. Die Beanspruchung
llt also keineswegs ein Stauchen in dem im Maschinen-
u und Eisenhüttenwesen geläufigen Sinne dar, der
mer eine Druckbeanspruchung des Werkstoffes umfaßt.
n kann sogar bezweifeln, ob die Biegung oder der Stoß
m Anheben den größeren Schaden anrichtete, der tat-
chlich an den Einbänden entstand.

Eher ist vielleicht mit Stauchungen im eigentlichen
ne des Wortes infolge verschiedener das Seil durch-
ufender Schwingungen zu rechnen. Doch liegen in die-
r Hinsicht noch keine sichern Unterlagen vor.

Eine Reihe gewichtiger Gründe, die hier anzuführen
der nicht möglich ist, spricht dafür, daß der Wirkung
r dynamischen Beanspruchungen auf die Einbandstellen
r Seile größte Bedeutung beizumessen ist. Eine große
hl von Seilen muß nach unbefriedigender Betriebzeit
gelegt werden, weil die Einbandstellen und auch die
he über den Einbänden liegenden Strecken durch Draht-
iche gefährlich geschwächt sind, während der über die
heiben laufende Teil der Seile frei von Brüchen ist
er nur vereinzelte aufweist.

Abb. 4 zeigt ein beschädigtes Stück aus einem Kau-
neneinband, das besonders an den Sitzen von wahr-
heinlich zu schweren Klemmbügeln stark gelitten hat.
e Sitze sind besonders gekennzeichnet. Abb. 5 zeigt die
schädigungen eines Seiles unmittelbar über der Ein-
ndstelle, die erst erkannt wurde, als das Seil nach 14-
natiger Betriebzeit gerissen war. Das Seil bestand aus
em Innenseil und sechs um dieses Seil im Kreuzschlag
lochtenen Litzen. Abb. 5 b stellt das Innenseil dar,
b. 5 a das Seil in der gesamten Dicke. Die Drähte
ren meistens an den Stellen gebrochen, wo die Außen-
zen diejenigen des Innenseils berührt hatten. Die
üche waren deshalb äußerlich nicht zu erkennen. Bei
rmalen Seilen aus einer Faserseele und sechs Litzen
gen sie in solchen Fällen an den Berührungsstellen
eier benachbarter Litzen und sind dann ebenfalls
istens nicht zu erkennen. Bemerkenswert ist ferner,
die Drähte hier häufig in Stücke von wenigen Zenti-
tern Länge brechen und die Bruchstellen unverkenn-
re Merkmale von Dauerbrüchen zeigen, Abb. 6.

Eigentliche Werkstoffehler, wie Seigerungen, Einschlüsse oder dergl., kommen als Erklärung nicht in Betracht, da sie nicht massenweise auf kurzen Seilstrecken anzunehmen sind. Zahlreiche Untersuchungen ergaben Anrisse in einwandfreiem Gefüge, Abb. 7 bis 9. Höchstens besteht die Frage, ob der heutige Werkstoff der Drähte an sich zur Erzielung einer größeren Schwingungsfestigkeit zu vervollkommnen ist. Eine allgemeine Beobachtung, die allerdings nicht zahlenmäßig belegt werden kann, scheint darauf hinzuweisen, daß die Einbandbeschädigungen bei Drähten der höchsten Festigkeit häufiger beobachtet werden als bei denen geringerer.

Für die Biegebeanspruchung der Seile sind die Verhältnisse der Scheibendurchmesser (D) zu denen der Seile (d) und Drähte (δ) bezeichnend. Bei Hauptschachtförderungen ist im allgemeinen $\frac{D}{d} \geqq 80$ und $\frac{D}{\delta} \geqq 1500$. Bei Blindschachtförderungen liegen die Verhältnisse wesentlich ungünstiger. Hier wird etwa $\frac{D}{d} > 50$ und $\frac{D}{\delta} > 600$.

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Scheibendurchmesser der Hauptschächte im Verhältnis zu den Drahtdurchmessern reichlich sind, während sie im Verhältnis zu den Seildurchmessern knapper sind.

Bei der Berechnung der Seilquerschnitte wird die Biegebeanspruchung nicht unmittelbar berücksichtigt. Die Hauptgründe, weshalb die Berechnung nicht in gleicher Weise den Biegespannungen der Drähte Rechnung trägt, wie es z. B. bei Aufzugseilen der Fall ist, sind kurz folgende:

Die Biegebeanspruchung der Seile bedeutet in der Hauptsache Biege- und zusätzliche Zug- oder Druckbeanspruchungen der Drähte. Letztere werden durch die innere Reibung des Seiles verursacht. Berücksichtigt man nur die erstern, so gibt man dadurch einen Anreiz zur Verwendung möglichst dünner Drähte, da bei diesen die Biegespannungen am kleinsten ausfallen. Mit dünnen Drähten sind aber schwerwiegende Nachteile verbunden. Zu demjenigen einer erforderlichen großen Drahtzahl, der bereits oben dargelegt wurde, kommt noch die große Empfindlichkeit gegen Rostangriff und Verschleiß, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

Abb. 7
Drahtanriß, ungeätzt.

Abb. 8
Drahtanriß, Ätzung I (Oberhoffer).

Abb. 9
Drahtanriß, Ätzung II (HNO_3).

Anderseits weisen aber die viel vorzeitiger auftretenden Drahtbrüche in Kreuzschlagseilen gegenüber den Längsschlagseilen mit großer Bestimmtheit darauf hin, daß die innere Reibung der Seile, welche die zusätzlichen Zugspannungen der Drähte bei den Seilbiegungen verursacht, bei Förderseilen von größerer Bedeutung ist als die Biegespannung der Drähte bei den heute normalen Verhältnissen.

Berücksichtigt man also nur die Biegespannungen der Drähte, vernachlässigt aber die zusätzlichen Zugspannungen, so erfaßt man die Biegebeanspruchung des Seiles nur zu einem Teil, und bei den heutigen Verhältnissen der Förderseile kann man sagen, nur zum geringeren Teile, nimmt dabei aber schwerwiegende Nachteile in den Kauf.

Auf die Verwindebeanspruchungen braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da sie keine andre Bedeutung haben als bei Drahtseilen im allgemeinen. Sie leisten an den Einbandstellen den gefährlichen Beschädigungen Vorschub, die bereits oben erwähnt wurden.

In besonderem Maß ist jedoch neben den mechanischen der chemischen Einflüsse, des Rostens, zu gedenken. Die in den Schächten strömenden feuchten, häufig mit Kohlensäure angereicherten Wetter, der Temperaturwechsel, der den Niederschlag von Schwitzwasser begünstigt, oder auch starkes, oft salzhaltiges Tropfwasser, begünstigen den Rostangriff. Bei den weitverbreiteten Koepe-Förderungen tritt noch erschwerend hinzu, daß ein ausgiebiger Rostschutz durch Schmiermittel wegen der Gefahr des Rutschens der Seile nicht möglich ist. Der Rost wirkt in verschiedener Weise nachteilig. Rostnarben bedeuten Oberflächenverletzungen, die die Widerstandfähigkeit der Drähte gegen Dauerbeanspruchungen vermindern. Ferner tritt eine Querschnittverminderung ein. Die gefährlichste und stärkste Wirkung liegt aber darin, daß die dünn gerosteten Drähte locker werden. Die unmittelbare Schwächung ist also nicht nur etwa diejenige um den abgerosteten Querschnittsteil, sondern um den vollen Querschnitt der gelockerten Drähte. Die Innendrähte haben die ganze Belastung aufzunehmen und ermüden unter der Überlastung vorzeitig, ohne daß die Ermüdungsbrüche äußerlich sichtbar werden. Die Rostgefahr erfordert ernsteste Beachtung insbesondere auch deshalb, weil es schwer und nur einem geübten Blick möglich ist, die Schwächung eines Seiles durch Rost annähernd richtig einzuschätzen. Besonders gilt das von Längsschlagseilen, bei denen der Rost nur in geringem Maße zu äußeren Drahtbrüchen führt, während beim Kreuzschlag die Schwächung durch Drahtbrüche eher auffällig wird.

Ein besonders krasses Beispiel für die geradezu unheimliche Wirkung, die der Rost unter Umständen haben kann, bot der Bruch des Seiles einer Blindschachtförderung. Das Seil hatte die Machart: 1 Faserseele, 6 Litzen zu je 19 blanken Drähten von 1,55 mm Dmr. und 16 von 1,8 mm Dmr. Längsschlag. Es hatte beim Auflegen eine rechnerische Bruchlast von 88 580 kg und riß nach sechsmonatiger Betriebzeit bei einer Belastung von 4140 kg. Eine in der Nähe der Bruchstelle vorgenommene Zugprobe im ganzen ergab allerdings noch eine Bruchlast von 28 200 kg. Da eine wesentliche dynamische Beanspruchung aber kaum vorgelegen haben dürfte, so ist anzunehmen, daß die Bruchstelle noch erheblich mehr geschwächt war. Äußerlich waren an dem Seil nur vereinzelte Drahtbrüche zu erkennen. Abb. 10 zeigt die große Schwächung der stark gelockerten Außendrähte und zahlreiche zwischen den Außendrähten herausragende Bruchenden innerer Drähte. Abb. 10 ist am entlasteten Seil nach dem Bruch aufgenommen. Infolgedessen sind die inneren Schäden, die im betriebsmäßig gespannten Seil kaum erkennbar waren, deutlich sichtbar geworden.

In denjenigen Fällen, in denen mit stärkerer Rostgefahr zu rechnen ist, muß dieser schon durch die Machart des Seiles vorgebeugt werden. Eine starke Feuerverzinkung hat sich als gutes Schutzmittel erwiesen. Schon die Anwendung nur einer verzinkten Decklage hat die Liegezeit in manchen Fällen auf das Vierfache von denjenigen blanker Seile gesteigert. Die Nachteile geringerer Widerstandfähigkeit gegen mechanisch Dauerbeanspruchungen stark verzinkter Drähte könn in vielen Fällen unbedenklich in Kauf genommen werde besonders, wenn es sich um Längsschlag handelt, der die Drähte wesentlich geringere Anforderungen stel als der Kreuzschlag. Auch denke man an die viel Nebenförderungen, bei denen nur wenige Züge täglic gemacht werden und die Seile nur durch den Rost u brauchbar werden.

Die Verzinkung hat aber nur Zweck, wenn sie di genug ist. Für die dicksten Drähte sollte die Zinkschicl mindestens rd. 0,04 mm betragen. Für die schwäch ren kann sie entsprechend dünner bleiben. Wo üb einen geringen Nutzen von Verzinkung als Rostschut geklagt wird, ist erfahrungsgemäß die Ursache stets ei zu dünne Zinkschicht.

Ferner muß bei Rostgefahr das Streben auf Verwe dung möglichst dicker Drähte gerichtet sein, da dies im Verhältnis zum Querschnitt eine wesentlich geringer Oberfläche dem Rost als Angriffsfläche bieten.

Als an Stelle des obigen gerissenen Seiles ein ve zinktes aus 6 Litzen zu je 19 Drähten von 2,1 mm Dm in Betrieb genommen wurde, wies dieses nach gleiche Betriebzeit noch keine merkliche Schwächung auf.

Will man auf Grund der vorstehend geschilderte Beanspruchungen Anforderungen an Förderseile au stellen, so hat man dabei zu beachten, daß die Über

Abb. 10
Seilschwächung durch Rost und Verschleiß.

wachungsmöglichkeit verhältnismäßig gut ist, da di Seile täglich durch geschulte Beamte nachgesehen wer den. Man wird also bei den Anforderungen diejenige in den Vordergrund zu stellen haben, die Sicherheit biete gegen Schwächungen, die durch eine äußere Besichtigun nicht sicher festzustellen sind.

Abgesehen von der selbstverständlichen Erfüllun der behördlichen Vorschriften wäre deshalb an erste Stelle eine möglichst große Widerstandfähigkeit de Drähte gegen dauernd wechselnde Stoßbeanspruchunge bei gleichzeitigem seitlichen Druck senkrecht zur Achs zu fordern, da heute die Einbandbeschädigungen wege ihrer schwierigen Erkennbarkeit die gefährlichsten Seil schäden darstellen. Genaue Bedingungen für diese Wider standfähigkeit können leider noch nicht angegeben werden

Weiter ist zu nennen: Beschränkung der Drahtzah in den Litzen; unter Bevorzugung des Längsschlages fü die stärksten Seile Außendrähte bis zu 3,5 mm Dmr.; gle cher Flechtwinkel und Flechtsinn aller Drähte eine Litze. Gleichmäßigkeit der mechanischen Eigenschafte auf der ganzen Länge der Drähte. Stärke der Verzi kung, bei den größten Drahtdicken etwa 0,04 mm, be geringeren entsprechend etwas schwächer.

Die Prüfung der Förderseildrähte besteht nach de behördlichen Vorschriften in Zug- und Hin- und He biegeprüfungen aller einzelnen Drähte.

Die Zugprüfungen sollen den Nachweis erbringen daß die zugelassenen Höchstwerte der Zugfestigke nicht überschritten werden, sowie daß eine ausreichend Gleichmäßigkeit der Drähte gewahrt ist. Als Bedingun hierfür ist vorgeschrieben, daß die Bruchlasten der ei zelnen gleichartigen Drähte innerhalb der Grenze ± 10 vH vom Mittelwert liegen.

Die Hin- und Herbiegeprüfungen werden mit Biege-rrichtungen ausgeführt, für welche Einheitsvorschrif-n erlassen sind.

Die Drähte bis zu 2,4 mm Dmr. werden um Walzen n 10 mm Dmr. gebogen, die stärkeren Drähte um solche n 15 mm Dmr. Die erforderlichen Biegezahlen sind terschieden in solche für blanke und verzinkte Drähte, wie in solche für Drähte mit Zugfestigkeiten unter 0 kg/mm² und solche von 160 kg/mm² und darüber.

Diese Zerstörungsbiegeprüfung ergibt Werte, die in friedigendem Verhältnis mit solchen von Dauerbiege-üfungen stehen, doch hat sie den Nachteil, jeweils nur ne kurze Strecke eines Drahtes zu erfassen, so daß ngleichmäßigkeiten der Drähte zu Täuschungen Anlaß ben können. Auch ist das Ergebnis leider recht ab-ngig von dem Zustande der Biegevorrichtung. Trotz-m ist sie beibehalten, da sie den recht wichtigen Bie-ngsbeanspruchungen der Drähte Rechnung trägt, und ne Prüfung, die ebenso einfach aber zuverlässiger ist, ch nicht vorliegt. Große Genauigkeit darf jedoch nicht n ihr erwartet werden.

Die Verwindeprüfung wird nur bei den Drähten neuer ile empfohlen. Sie soll auf 150 mm freie Länge ausge-hrt werden. Verwindezahlen sind nicht angegeben. Es l nur darauf geachtet werden, daß die Drähte bei der üfung normale Erscheinungen zeigen, als die aufge-hrt sind: Gleichmäßiger Verlauf der Verwindungen, atter ebener Bruch. Die Prüfung ist wertvoll, weniger gen der Bedeutung der Verwindebeanspruchungen im triebe, als weil sie Ungleichmäßigkeiten der Drähte utlich hervorheben läßt. Aus diesem Grunde erscheint re weitere Anwendung nur wünschenswert.

Es muß bemerkt werden, daß alle diese Prüfungen cht voll befriedigen können, auch wenn sie durch emische Analysen und metallographische Untersuchun-n ergänzt werden. Man ist nicht in der Lage, auf Grund ter Ergebnisse dieser Prüfungen eine gute Bewährung s Seiles gewährleisten zu können. In der Hauptsache gt die Unsicherheit an der Ungleichmäßigkeit der Drähte, sodann an Unregelmäßigkeiten der Flechtung, die kaum oder nur durch sehr umständliche Dehnungs-messungen nachzuweisen sind.

Wegen dieser Unsicherheiten werden behördlicher-seits noch Werkbescheinigungen bezüglich der verwen-deten Werkstoffe, auch derjenigen für die Faserseelen und deren Tränkung, gefordert.

Größte Wichtigkeit wird der sorgfältigen dauernden Überwachung im Betriebe beigemessen. Es wird zwischen einem täglichen, wöchentlichen und sechswöchentlichen Nachsehen unterschieden, wobei mit der Frist die Vor-schriften bezüglich der Genauigkeit gesteigert werden. Bei Trommelseilen müssen dabei die Einbandstücke in Zeiträumen von 3 bis 6 Monaten erneuert werden, und es ist durch Drahtprüfungen an den abgetrennten Stücken die vorgeschriebene Sicherheitszahl nachzuweisen. Bei Koepeseilen wird statt dessen eine erhöhte Sicherheit des neuen Seiles vorgeschrieben und gleichzeitig die normale Betriebzeit auf zwei Jahre festgesetzt.

Die Betriebsüberwachung ist deshalb bei Förder-seilen von solch großer Bedeutung, weil die verschieden-artigen Betriebsverhältnisse es nicht zulassen, die not-wendige Sicherheit für eine bestimmte Betriebzeit allge-mein rechnerisch zu gewährleisten.

Zusammenfassung

Den dynamischen Beanspruchungen der Einband-stellen ist heute die größte Bedeutung beizulegen. Die Rücksicht auf einfachste Flechtungen, wie auf Wider-standfähigkeit gegen Rost erfordert Verwendung grö-ßerer Drahtdicken, die auch in Verbindung mit der Längsschlagflechtung bei den heutigen Scheibendurch-messern keine Schwierigkeiten erwarten lassen.

Ein guter Rostschutz ist durch eine starke Feuerver-zinkung zu erreichen.

Die Drahtprüfungen auf Zug, Biegung und Verwin-dung können nicht voll befriedigen. Wegen der sehr ver-schiedenartigen Betriebsverhältnisse ist eine dauernde sorgfältige Betriebsüberwachung unentbehrlich.

[B 979]

August Rohrbach †

Am 5. Januar starb an den Folgen einer Lungen-zündung der Mitbegründer und Ehrenvorsitzende unsres zirksvereines, Patentanwalt August Rohrbach. Mit ihm einer unserer Besten und Treuesten dahingegangen.

Rohrbach wurde am 28. August 1859 in Gotha geboren. rt besuchte er das Gymnasium Ernestinum. Sein Studium rieb er in Mittweida, dann in Karlsruhe. 1880/81 war als Ingenieur in Katharinaberg, Böhmen, wo er sich in Textilindustrie betätigte. Später kehrte er wieder nach ner Geburtsstadt zurück, wo er bei Briegleb, Hansen & Stellung nahm. Er arbeitete sodann beim technischen rlag W. & H. Uhland an der Herausgabe des „Prak-chen Maschinen-Konstrukteurs". Oberingenieur war er rauf in dem damals größten Patentbureau Pataky, Ber-, wo er das Gebiet des gewerblichen Rechtschutzes kennen nte. Diesen Berufszweig behielt er auch später bei. Er ernahm 1891 in Erfurt das Geschäft des Patentanwalts ier, das er unter dem Namen A. Rohrbach & Co., dem Patentanwälte Max Meyer und Wilhelm Bindewald bei-ten, weiterführte.

Eine besondere Rolle in seinem Leben spielte die 1893 ranstaltete „Gesamtausstellung der Erzeugnisse Thürin-Gewerbefleißes zur Hebung der Thüringer Industrie" Erfurt. Es war in der damaligen Zeit wohl das erste l, daß ein Privatunternehmen eine solche Veranstaltung Leben rief. Behörden und insbesondre der Verband üringer Gewerbevereine brachten dieser Ausstellung das ößte Interesse entgegen. Ein Beweis der Anerkennung r wohl, daß die Regierung und der Magistrat Erfurt nkmünzen und Ehrenpreise stifteten.

Nach dem Tode der Gesellschafter blieb Rohrbach von 1909 an alleiniger Inhaber. Sein Name wurde durch die Gewerbeausstellung weit über die Grenzen Thüringens be-kannt und brachte ihn mit namhaften Industrieunternehmun-gen in Verbindung. Er genoß in diesen Kreisen und bei den Behörden großes Vertrauen. So bearbeitete er die Patente von Heinrich Ehrhardt, Zella-Mehlis, auf das Rohrrücklauf-geschütz und die dagegen angestrengten Prozesse bis zu den höchsten Instanzen mit Erfolg für seinen Auftraggeber.

Neben seiner ausgedehnten Berufsarbeit hat Rohrbach lebhaft an der Entwicklung der technischen Verbände teil-genommen. Dem Verein deutscher Ingenieure gehörte er seit 1893 an. Er war Mitbegründer des Mittelthüringer Be-zirksvereines und hat in diesem von 1898 bis 1925 in ver-schiedenen Ämtern im Vorstand gewirkt. Große Verdienste hat sich der Verstorbene als langjähriger Vertrauensmann der Ingenieurhilfe erworben. Es entsprach seinem Charak-ter, ohne viel Aufhebens Gutes zu tun. So hat er oft, wo es Not unter Kollegen zu lindern gab, aus eignen Mitteln ge-holfen. Der Mittelthüringer Bezirksverein hat seine Dienste durch die Ernennung zum Ehrenvorsitzenden gewürdigt und damit nur zu einem kleinen Teil das abgetragen, was er dem Verstorbenen für seine Arbeit und die Weiterentwicklung des Bezirksvereines schuldig war. Sein Familienleben war überaus glücklich und harmonisch, sein Heim bedeutete ihm Erholung und Kraftquelle zugleich.

Männer von der selbstlosen Art August Rohrbachs sind selten, seinen Rat und seine Mitarbeit werden wir oft ver-missen. Er wird uns unvergeßlich bleiben! [N 1281]

Mittelthüringer Bezirksverein deutscher Ingenieure.

RUNDSCHAU

Meßgeräte

Anwendungsbereich einiger technischer Schwingungsgeräte

Obwohl ich bereits vor einigen Jahren an einem Schütteltisch entsprechende Versuche mit meinen Torsio- und Vibrographen (Drehschwingungs- und Schwingungsschreibern) der Firma Lehmann & Michels, Altona, durchgeführt hatte[1]), erschienen einschlägige Untersuchungen deshalb wünschenswert, weil inzwischen zahlreiche Erfahrungen bei der praktischen Verwendung vorlagen und mitunter bei einer Schwingungszahl von rd. 2000 in der Minute schwache Schwebungen auftraten, deren Ursache nicht sicher geklärt werden konnte. Gleichzeitig hatte man auch einige Male ein Schwingen der die träge Masse mit dem Lagerbock verbindenden Spiralfeder des Schwingungsschreibers beobachtet. Zur Untersuchung dieser Schwebungen benutzte ich die Anordnung nach Abb. 1.

Das Exzenter gibt der Riemenscheibe des Drehschwingungsschreibers oder der Verschalung des Schwingungsschreibers eine erzwungene Bewegung. Erscheinungen, die durch die Masse oder Elastizität eines Schütteltisches entstehen könnten, sind daher hier vollkommen ausgeschaltet.

Beim Schwingungsschreiber treten nun bei Verwendung der Starkfeder und ohne Zusatzring in dem engen Frequenzbereich von 2170 bis 2230 Schwingungen in der Minute schwache Schwebungen ein, Abb. 2. Ihre Ursache liegt in Eigenschwingungen der Spiralfeder, welche hier im Vergleich zur geringen Größe der trägen Masse reichlich stark ist. Bei allen andern Anordnungen, z. B. mit der Schwachfeder oder mit Starkfeder und Zusatzring sowie endlich beim Drehschwingungsschreiber zeigten sich diese Schwebungen trotz genauen Suchens nicht. Die Störung läßt sich daher leicht ausschalten, wenn man beim Schwingungsschreiber im oben angegebenen engen Bereich die Anordnung mit Starkfeder ohne Zusatzring vermeidet.

Eine andere wichtige Feststellung war, daß beim Schwingungsschreiber — insbesondere bei der Anordnung mit Schwachfeder und Zusatzring — die untere Grenze des Verwendungsbereiches nicht etwa wie früher angegeben bei dem doppelten Wert der Eigenschwingungszahl, sondern wesentlich tiefer liegt. So fand sich z. B. bei der eben genannten Meßanordnung, daß bei einer um nur 25 vH über der Eigenschwingung liegenden Schwingungszahl der verzeichnete Ausschlag nur um 12 vH verzerrt (vergrößert) wiedergegeben wurde und daß bei höherer Frequenz die Verzerrung sich noch weiter verminderte. Man wird also insbesondere bei Wagerechtschwingungen bei der Verwendung der Schwachfeder näher als bisher an die Eigenschwingung des Meßgerätes herangehen können. Diese Erkenntnis ist namentlich wichtig bei Schiffsschwingungen, welche häufig verhältnismäßig langsam erfolgen. Hinsichtlich der Ursache sei nur bemerkt, daß hierbei die geringe im Instrument vorhandene natürliche Reibung oder Dämpfung die Hauptrolle spielt.

[1]) Z. B. 65 (1921) S. 1241 und Bd. 66 (1922) S. 437.

RZ 834 Z 1

Abb. 1
Anordnung zur Untersuchung schwacher Schwebungen bei einer Schwingungszahl von rd. 2000 in 1 min.

Über die Erscheinungen, die bei sehr niedrigen Frequenzen und gleichzeitig bei sehr kleinen Ausschlägen eintreten, geben die Versuche ganz klar Bescheid. So ist

Abb. 2
Schwebungen beim Schwingungsschreiber.

z. B. beim Drehschwingungsschreiber bei Beschleunigungen, die unter 16 mm/s² liegen, die Aufzeichnung von 15facher Vergrößerung an der Größe nach nicht richtig, und bei Beschleunigungen unter 9 mm/s² liefert das Meßgerät überhaupt keine deutlichen Aufzeichnungen mehr. Beim Schwingungsschreiber mit Zusatzring liegen die entsprechenden Werte um etwa 25 vH niedriger. Soweit Drehbeschleunigungen in Frage kommen, sind die Beschleunigungen auf den Halbmesser 75 mm bezogen. Also ist nicht die Größe des Ausschlages a, sondern die zugehörige Beschleunigung $a\,\omega^2 = a\,\nu^2\left(\frac{\pi}{30}\right)^2$ die Grenze. Dies erklärt sich ohne weiteres daraus, daß das Meßgerät auf der Trägheitswirkung beruht, die wieder von der Beschleunigung abhängig ist.

Die Versuchsanordnung, Abb. 1, lieferte nur bis zu rd. 4000 Schwingungen in der Minute Ausschläge von gleichbleibender Größe, bei höheren Schwingungszahlen entstand eine allmähliche Verzerrung. Zur Beantwortung der Frage, ob diese auf das Meßgerät selbst oder auf die Versuchsanordnung zurückzuführen sei, wurde links ein zweites Meßgerät angebaut, womit die Bewegungen der Verschalung des ersten Schwingungsschreibers unmittelbar **ohne** Zuhilfenahme einer trägen Masse mittels einer Nadel und eines Winkelhebels gemessen wurden, Abb. 3. Hierbei ergaben sich die gleichen Verzerrungen, und das Verhältnis des mit dem Schwingungsschreiber ermittelten Ausschlages zu dem unmittelbar aufgezeichneten war bei allen Frequenzen bis zur höchsten von 7700 dasselbe. Die größte am Exzenter auftretende Beschleunigung betrug hierbei rd. 180 m/s², sie war also bedeutend größer als die bei

Abb. 4
Einrichtung zur Untersuchung der Anwendbarkeit des Dehnungsmessers.

a Exzenter
b Meßstange
c Lagerbock für *b*
d Lagerbock für *e*
e 1. Winkelhebel
f Nadel
g 2. Winkelhebel
h Nadel

RZ 834 Z 3

Abb. 3. Anordnung zum Messen der Bewegungen der Verschalung des Schwingungsschreibers ohne Zuhilfenahme einer trägen Masse.

Abb. 5
Die beim Meßgerät nach Abb. 4 aufgezeichneten Ausschläge mit Meßstange.

Abb. 6. Die beim Meßgerät nach Abb. 4 aufgezeichneten Ausschläge ohne Meßstange.

Abb. 7
Ermittlung der Eigenfrequenz $V_{e_A} = 9400$/min des Dehnungsmessers.

aktischen Schwingungsmessungen auftretenden, so daß hr wahrscheinlich auch bei noch höheren Schwingungshlen keine Abweichung eintreten wird.

Eine weitere Untersuchung bezog sich auf die Anwenng des Dehnungsmessers[2]). Die zu den Versuchen betzte Prüfeinrichtung ist in Abb. 4 dargestellt. Ein Exnter *a* wird über eine Riemenscheibe von einem Elektrootor angetrieben und wirkt unmittelbar auf die Meßange *b* des Dehnungsmessers ein, die in Bock *c* gelagert und am andern Ende an dem in Bock *d* gelagerten Winlhebel *e* angreift. Dieser überträgt die Bewegung über ne Nadel *f*, einen zweiten Winkelhebel *g* und eine Nadel *h* mittelbar auf den Schreibhebel des Meßgerätes. Um den nfluß der Masse und der Elastizität der Meßstange festellen zu können, wurde noch eine zweite Versuchsreihe rchgeführt, bei der die Meßstange *b* weggelassen war und s Exzenter *a* unmittelbar auf den Winkelhebel *e* einwirkte.

Zwei Diagramme, Abb. 5 und 6, zeigen die aufgezeichten Ausschläge mit und ohne Meßstange. Von rd. 500 bis 00 Schwingungen in der Minute bleibt der Ausschlag bei beiden Diagrammen völlig gleichmäßig, er wächst dann allmählich bis zu etwa 5000 um rd. 30 vH. Von dann an tritt bei beiden gleichmäßig ein rascheres Anwachsen ein. Das Anwachsen bis zu $n = 5000$ entspricht den theoretischen Erwartungen. Die Eigenschwingung des Dehnungsmessers betrug für die in Abb. 4 benutzte Anordnung 9400 Schwingungen in der Minute. Abb. 7 zeigt ein derartiges Diagramm. Demzufolge ist damit zu rechnen, daß bei der halben Eigenschwingungszahl die Verzerrung ohne Berücksichtigung der Dämpfung 33 vH beträgt. Da immer etwas Dämpfung vorhanden ist, ist der für $n = 5000$ durch Versuch gefundene Verzerrungswert niedriger als der durch Rechnung gefundene. Für Dehnungsschwankungen mit einer Frequenz von weniger als $n = 5000$ kann demnach das Meßgerät insbesondere unter Berücksichtigung des Berichtigungsbeiwerts für genaue Größenmessungen verwendet werden, oberhalb $n = 5000$ wird man sich zweckmäßig mit einer vergleichenden Auswertung begnügen.

Eine weitere wesentliche Höherlegung der Eigenschwingung ist bereits im Gange, da die Versuche durch die Übereinstimmung der mit und ohne Meßstange enthaltenen Diagramme deutlich gezeigt haben, daß die Elastizität der Meßstange bei der vorliegenden Anordnung genügend gering ist, so daß mittels anderweitiger Maßnahmen die Erhöhung der Eigenschwingungen möglich ist. [M 834]

Augsburg Geiger

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 265; Bauingenieur Bd. 5 (1924) S. 606.

Werkzeugmaschinen

Spitzenlose Schälmaschine für Stangen und Rohre

Für die Bearbeitung roher Stangen und Rohre auf genauen Außendurchmesser baut die Maschinenfabrik Th. Calow & Co. eine spitzenlose Schälmaschine, Abb. 8.

Das vordere Ende der zu bearbeitenden Stange wird von links in den Vorschubkasten der Maschine eingeführt, wo vier gezahnte Rollen mit wagerechten Achsen die Stange fassen und vorschieben; die Lager der Rollen sind gefedert, damit Ungleichmäßigkeiten des rohen Werkstückes ausgeglichen werden. Das hintere Ende der Stange wird in einen auf runden Schienen geführten Spannwagen fest eingespannt, so daß sich die Stange nur in Richtung des Vorschubes bewegen, aber nicht drehen kann.

Aus dem Vorschubkasten tritt die Stange in den umlaufenden Schruppkopf ein, wird in zwei Führungsköpfen weitergeführt und dann in dem umlaufenden Schlichtkopf auf genaues Maß geschlichtet. Schrupp- und Schlichtkopf haben je nur ein Messer, aber mehrere Führungsstücke, da gute Führung Voraussetzung ist für genaue Maße und Rundheit. Die Späne fallen aus den Messerköpfen nach hinten unmittelbar in Förderwagen oder auf Förderbänder.

Abb. 8. Spitzenlose Schälmaschine für Stangen und Rohre von Th. Calow & Co., Bielefeld.
Spannwagen *b* Führungsschienen für die Spannwagen *c* Vorschubkasten *d* Schruppkopf *e* Schlichtkopf (Schutzkasten abgenommen)

Wenn das vordere Stangenende aus dem Schlichtkopf herauskommt, wird es in einen zweiten Spannwagen eingespannt; das hintere Stangenende kann dann ausgespannt werden, so daß der erste Spannwagen für ein neues Werkstück frei wird. Die zweite zu bearbeitende Stange schiebt dann die erste vor sich her durch die Messerköpfe. Damit bei Unachtsamkeit des Arbeiters der Spannwagen nicht gegen das Maschinenbett läuft und damit dann nicht die festgehaltene Stange die Vorschubeinrichtung beschädigt, schalten Anschläge den Vorschub aus, sobald der Spannwagen sie auslöst.

Die Maschine schält stündlich rd. 24 m Stahlstangen v 75 mm Dmr. und 60 kg/mm² Festigkeit oder rd. 14 m Sta gen gleichen Durchmessers aus Kohlenstoffstahl m 100 kg/mm² Festigkeit. Die Durchmessertoleranz beträ normal 0,05 mm, kann aber bis unter 0,03 mm herabgeset werden. Als Bearbeitungszugabe genügen 3 mm im Durch messer, bei besonders gleichmäßigen rohen Werkstücken g nügt sogar 1 mm. Der Vorzug der geschälten Stangen un Rohre gegenüber gezogenen liegt vor allem darin, daß b der Bearbeitung die Festigkeitseigenschaften nicht verände werden. [M 1271] Parey

Aus dem Ausland

Werkstoffe

Untersuchungen über die Verformungsgeschwindigkeit der Metalle bei hohen Temperaturen

Dem Studium über das Verhalten von Metallen und Legierungen bei oberhalb Raumtemperatur gelegenen Wärmegraden ist in den letzten Jahren erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet worden. Die Mehrzahl der Untersuchungen hatten den Zweck, auf Grund von Dauerbelastungen diejenige Grenzbelastung zu ermitteln, die dem Werkstoff noch zugemutet werden kann, ohne daß ein ständiges Dehnen und endlich ein Bruch der Probe eintritt („creep limit", Viskositätsgrenze, Dauerstandfestigkeit). Während die meisten Forscher zum Studium dieser Aufgabe den Zugversuch anwandten, sucht P. Henry [1]) auf Grund von Verdrehungsversuchen nähere Aufschlüsse über das Verhalten der Metalle unter Dauerbeanspruchung bei erhöhten Temperaturen zu gewinnen. Die von ihm benutzte Versuchsanordnung ist in Abb. 9 und 10 dargestellt.

Die Probe, die 260 mm lang ist und 0,8 mm Dmr. hat, ist in der Mitte auf einer Länge von etwa 30 mm auf etwa 0,4 mm abgedreht und liegt wagerecht in einem elektrisch geheizten Ofen. Durch Gewichte, die auf eine in der Achse des Probestabes angebrachte Scheibe wirken, kann der Probe ein bestimmtes Drehmoment erteilt werden. Mit Hilfe eines außerhalb des Ofens angebrachten Spiegels und eines Lichtstrahles wurden die unter dem Einfluß des Drehmomentes eintretenden Verdrehungen auf einer mit photographischem Papier bespannten Trommel selbsttätig aufgezeichnet. Um eine Oxydation der Probe zu verhindern, strömte während des Versuches getrocknete Kohlensäure durch den Ofen.

Der Versuch spielte sich folgendermaßen ab: Zunächst wurde der Ofen auf die gewünschte Temperatur gebracht und diese geregelt, was etwa 10 bis 15 min in Anspruch nahm. Nachdem der Spiegel eingestellt worden war, wurde eine bestimmte Belastung aufgegeben. Zunächst trat eine verhältnismäßig starke Drehung auf, die jedoch rein elastischer Natur ist. Von einer graphischen Aufzeichnung dieses Teiles der Verdrehungs-Zeit-Schaulinie wurde abgesehen. Nach kurzer Zeit nahm die Verdrehungsgeschwindigkeit ab und näherte sich einem gleichbleibenden Wert, d. h. die Verdrehungs-Zeit-Schaulinie verläuft geradlinig, vergl. Teil a der Schaulinie in Abb. 11; die Neigung der Geraden entspricht der Verdrehungsgeschwindigkeit. Sodann wurde die Belastung stufenweise erhöht, wodurch die in Abb. 11 mit b und c bezeichneten Kurvenstücke aufgezeichnet wurden.

Auf Grund meiner Erfahrungen ist mit einem geradlinigen Verlauf der Dehnungs-Zeit-Schaulinien unterhalb der Rekristallisationstemperatur nicht zu rechnen. Vielmehr tritt bei genügender Ausdehnung der Versuchsdauer ein allmähliches Abbiegen der Schaulinie in die Wagerecht ein, d. h. die Verdrehungsgeschwindigkeit nimmt infolg der eintretenden Verfestigung allmählich ab und komm schließlich zum Stillstand. Bei den vorliegenden Versuche war die Versuchzeit (rd. 20 min) offenbar zu kurz, u diesen Teil der Schaulinie zu erhalten.

Auf Grund der Versuchsergebnisse läßt sich die Ve drehungsgeschwindigkeit $\operatorname{tg} \alpha$ für eine bestimmte Belastun bei einer bestimmten Temperatur berechnen. In Abb. 1 ist die Verdrehungsgeschwindigkeit (logarithmischer Maß stab) in Abhängigkeit von der Belastung für einen Stah mit 0,02 vH Kohlenstoff für Temperaturen von 552 bi 787° schaubildlich dargestellt. Die Schaulinien entspre chen Geraden von der Gleichung

$$\log \operatorname{tg} \alpha = a P + b,$$

worin P die Belastung und a und b Konstante bedeuten.

In Abb. 13 ist für den gleichen Stahl die Belastung i Abhängigkeit von der Temperatur aufgezeichnet. Jede de drei Schaulinien entspricht einer bestimmten Dehngeschwin digkeit. Der Verlauf der Schaulinien läßt sich durch di Gleichung

$$P = K \frac{B - T}{T - A}$$

darstellen, worin K, B und A Konstante bedeuten.

Endlich ist in Abb. 14 die Verdrehungsgeschwindigkei in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen. Di einer bestimmten Belastung entsprechenden Schaulinie verlaufen geradlinig und lassen sich durch die Gleichung

$$T = C \operatorname{tg} \alpha + D$$

ausdrücken, worin C und D Konstante bedeuten. Gewiss Unregelmäßigkeiten zwischen 610 und 630° führt Henr auf Rekristallisationserscheinungen (starkes Kornwachs tum) zurück. [M 1123]

Düsseldorf A. Pomp

Abb. 11 Verdrehungs-Zeit-Schaulinien von Flußstahl (0,02 vH C) bei 617°.

[1]) Revue de Métallurgie Bd. 24 (1927) S. 421.

Abb. 9. Versuchsanordnung für das Verhalten von Metallen unter Dauerbeanspruchung bei erhöhten Temperaturen.
a Probe b Ofen c Spiegel

Abb. 10 Verdrehungsvorrichtung.

Abb. 12
rdrehungsgeschwindigkeit (logarithmischer Maßstab) in Abhängigkeit von der Belastung.

Abb. 13
Belastung in Abhängigkeit von der Temperatur.

Abb. 14
Verdrehungsgeschwindigkeit (logarithmischer Maßstab) in Abhängigkeit von der Temperatur.

Schutz von Mineralölbehältern
nd Krackanlagen gegen Anfressung

Mit sauer bezeichnen die Amerikaner ein Petroleum, freien Schwefel oder Schwefelwasserstoff enthält und sogenannten Doktortest gibt. Zu diesen Ölen gehören esondere manche Texasöle. Bei der Aufbewahrung und arbeitung solcher Öle entstehen mancherlei Korrosions-äden, über die B. Mead[1]) berichtet. Als Ursachen der fressung sind außer vorhandenem oder bei der Destillation stehendem Schwefelwasserstoff hydrolysierte Salze wie orkalzium und Chlormagnesium, die bei der Destillation zsäure abspalten, ferner Feuchtigkeit und Luftsauerstoff ıführen.

Die Behälter haben durch das in ihnen aufbewahrte re Öl stark zu leiden, und zwar insbesondere die innere e der Decken. Zum Schutz gegen Anfressung bringt n auf die sehr rein geschmirgelten oder durch Sand-läse gesäuberten Stahlplatten einen Mennigeanstrich; h dessen Trocknen werden darüber Deckanstriche mit Öl unlöslichen Firnissen und Lacken ausgeführt.

Ausdrücklich macht Mead darauf aufmerksam, daß die beiter, die den Anstrich in den Behältern ausführen, ch entsprechende Lüftung vor der Einwirkung der npfe der Lösungsmittel geschützt werden. Die ein-nen Deckanstriche müssen jeweils mehrere Tage trocknen.

Die besonders gefährdeten Dächer hat man versucht schieden zu schützen, um sie der Einwirkung der wefelwasserstoffgase, der Feuchtigkeit und des Luft-erstoffs sowie der leichten Kohlenwasserstoffgase zu iehen. Nach einer Arbeit von Egloff und Morell[2]) n man die Oberflächen des Metalls mit einem dem An-f widerstehenden Metall oder einer Legierung über-en. Man kann auch Metalle auf die gefährdeten Ober-hen mit einem Spritzverfahren auftragen. Besondere gfalt ist beim Reinigen der Dächer auf das anhaftende abblätternde Eisensulfid zu verwenden, das insofern erst gefährlich ist, als es sich beim Trocknen unter ıtänden selbst entzündet. Dieser Vorgang ist auf eine dation zurückzuführen, die man als „Schwefelglühen" phur glow) bezeichnet.

Ein andrer Weg, die Anfressung der Behälter zu be-pfen, besteht in der Vorbehandlung des Rohöls, um die netzenden Stoffe zu entfernen. Das ist aber der ent-tenden Emulsionen wegen unter Umständen sehr kost-lig und langwierig. Ein andres Verfahren, das zu recht iedigenden Ergebnissen führt, besteht im Filtern des öls bei höherer Temperatur. Dabei werden Kalzium- Magnesiumchlorid mit geringen Kosten nahezu voll-ädig entfernt.

Die Destillationsanlage, Kessel, Kühlschlangen und sl. werden durch Zusatz von konzentrierten Alkalien, . Ammoniak, Ätznatron, Soda, Ätzkalk, zum Rohöl vor Einwirkung der Salzsäure aus den Destillaten bewahrt. zwar scheint sich nach den Untersuchungen von Egloff Morell hierbei Ätzkalk am besten bewährt zu haben. Ammoniak wird vorwiegend in die Destillationsrohre eingeführt, doch wird hierdurch das Destillat stark verschmutzt. Ätznatron wird in den Kessel in möglichst konzentrierter Lösung eingeführt, gibt aber unter Umständen zu starken Koksabscheidungen Anlaß, die sich fest an den Boden ansetzen. Leerstehende Behälter (Destillatbehälter) leiden besonders stark unter Korrosion. Abhilfe ist durch Verdrängung der Luft durch Gase und Vermeidung von Schwefelwasserstoff in den Behältern möglich.

Die Krackanlage[3]) wird durch Anfressung am meisten gefährdet, weil man hier die Angriffe unmittelbar nur durch Untersuchungen in bestimmten Abständen feststellen kann. Ein besserer Weg wird jetzt durch regelmäßige Bestimmung des Eisengehaltes im Koks geboten, wo sich erfahrungsgemäß rd. 85 vH des zersetzten Eisens wiederfindet. Durch regelmäßige Untersuchungen des jeweils anfallenden Kokses aus den Krackkammern kann auf die in der Krackanlage durch Anfressung abfallenden Eisenmengen geschlossen werden. Nach Erfahrungen von Mead verursacht saures Gasöl beim Kracken etwa doppelt so starke Korrosionsschäden wie Rohöl. Egloff und Morrel führen zur Verringerung der Anfressung in den Krackanlagen mit dem in den Dephlegmator oder die Heizrohre führenden Rohölzufluß gleichzeitig fein gepulverten Ätzkalk ein, der während des Einströmens sich mit dem Rohöl mischt. Solches gekalktes Rohöl gibt einen Koks, der sich im Gegensatz zu andern ohne Kalk gewonnenen sehr leicht von den Wänden der Krackkammer trennt und dessen etwas größerer Kalkgehalt seinen Heizwert nur ganz unwesentlich beeinträchtigt.

Als Werkstoff für Krackrohre und -kammern, die hohem Druck und hohen Temperaturen ausgesetzt sind, haben sich nach Egloff[4]) Chromstahl, noch besser Mischungen aus 18 vH Chrom, 8 vH Nickel und Eisen bewährt. Trotz des hohen Preises wendet man diesen wegen der großen Haltbarkeit an. Die Rohre sind den aus geschmiedetem oder gegossenem Stahl hergestellten wesentlich überlegen, verziehen sich bei hohen Temperaturen weit weniger, auch haftet der Koks an ihnen mit geringerer Festigkeit. Sie sind allerdings spröder und gegen Schlag empfindlicher, worauf bei der Reinigung solcher Rohre zu achten ist.

Druckkammern werden auch aus verchromtem Stahl hergestellt. Der nur sehr dünne Überzug hat sich in allen Fällen bewährt, wo auf äußerste Sorgfalt bei der Reinigung der Stahloberfläche Gewicht gelegt wurde.

Neuerdings haben Versuche mit in Stickstoff gehärteten Legierungen gute Ergebnisse geliefert. Man erwärmte den Werkstoff und behandelte ihn mit Ammoniakgas. Dabei zeigten manche Reaktionskammern eine sehr gute Härtung der Innenflächen. Das Verfahren, auf das man beim Kracken von Ölen, die reich an Stickstoffverbindungen waren, stieß, wird zur Zeit weiter untersucht. [N 1205]

Berlin-Wilmersdorf Dipl.-Chem. Dr. M. Naphtali

[1]) Oil and Gas-Journal Bd. 26 (1927) Nr. 29 S. 35.
[2]) Oil and Gas-Journal Bd. 26 (1927) Nr. 29 S. 80.
[3]) Eine stählerne Apparatur, in der das Rohpetroleum unter hohem Druck bei hohen Temperaturen in Krackbenzin und Koks usw. gespalten wird.
[4]) Oil and Gas-Journal Bd. 26 (1927) Nr. 30 S. 34.

Kleine Mitteilungen

Dieselmotor mit Leichtmetallkolben

Die General Electric Co., London, hat für das Werk Short's Gardens de Charing Cross Electric Supply Co. eine 1200 kW abgebende Dieseldynamo geliefert, die einige bemerkenswerte Einzelheiten aufweist. Der Motor hat sechs im Viertakt arbeitende Zylinder von 546 mm Dmr. und 559 mm Hub und leistet bei 300 Uml./min 1750 PS. Die Zylinder haben besondre Laufbüchsen aus Stahl und schwere Köpfe, die gleichfalls aus Stahl geschmiedet sind. Ferner besteht jeder Kolben aus zwei durch Bolzen miteinander verbundenen Teilen aus Leichtmetall, von denen der den Boden bildende Teil stark ausgehöhlt und für Ölkühlung eingerichtet ist. Nach dem Zylinderkopf hin wird jeder Zylinder noch durch eine Platte aus Stahl begrenzt, die mittels Wassers gekühlt wird. Durch diese Maßnahme will man eine hohe Zylinderleistung erreichen. Bei den Abnahmeversuchen konnte die Drehzahl der Maschine bis auf 330 Uml./min gesteigert werden. Im Mittel betrugen der Wärmeverlust an das Zylinderkühlwasser 17,6 vH, der Wärmeverlust durch die Kolbenkühlung 4,1 vH, der Wärmeverlust durch Strahlung und Auspuff 32,8 vH und der in indizierte Arbeit umgesetzte Teil der Brennstoffwärme 45,5 vH. Auf die Nutzleistung bezogen, erreicht der thermische Wirkungsgrad der Maschine rd. 38 vH. („The Engineer“ 24. Februar 1928 S. 200*) [N 1360 a] H.

Strahlungskessel für mittlere Dampfdrücke

Im Morgan & Wright-Kraftwerk der United States Rubber Co. ist seit März 1927 ein Strahlungskessel (Dampferzeuger) der Combustion Engg. Corp. in Betrieb; ein zweiter wird demnächst in Betrieb kommen. Bemerkenswert ist der verhältnismäßig niedrige Druck (14 at Überdruck) und die gleichfalls tiefe Dampftemperatur (290 °). Aus den bisher erreichten sehr günstigen Betriebsergebnissen geht hervor, daß sich die Strahlungskessel auch für mittlere und niedrige Drücke und Temperaturen gut eignen. Der Wirkungsgrad bei 16 h Betriebzeit betrug nach der Betriebsstatistik 86,8 bis 89,5 vH, die Feuerraumbelastung 280 000 bis 300 000 kcal/m³h, die Dampferzeugung im Mittel 45 000 kg/h. Sehr günstiges Verhalten zeigte der Strahlungskessel beim Anheizen. Die Einlaufzeit bis zum Erreichen des Beharrungszustandes beträgt 30 min, in eiligen Fällen kann sie bis auf 15 min verkürzt werden. („Power“ 7. Februar 1928 S. 245 und „Power Plant Engineering“ 1. Februar 1928 S. 171) [N 1360 b] Pt.

Wasserkraftanlagen am Dnjepr

Die Dnjeprstroi-Wasserkraftanlagen, mit deren Ausbau bereits begonnen ist, werden in drei aufeinanderfolgenden Bauabschnitten ausgeführt. Die Leistung beträgt anfangs 150 000 PS und wird alsdann auf 350 000 PS und schließlich auf 650 000 PS gebracht. Bei 37 m Gefälle stehen mindestens 300 m³/s, normal 880 m³/s, zur Verfügung. Bei Hochwasser sind höchstens 20 000 m³/s abzuführen. Eine mit 115 kV betriebene Freileitung führt die gewonnene Energie den in Frage kommenden Industriegebieten zu.

Das 770 m lange Wehr hat 40 Pfeileröffnungen und 40 m Höhe, wobei sich der größte Rückstau bis 120 km flußaufwärts erstreckt. Für die Schiffahrt sind drei Schleusen von 170 m Länge und 17 m Breite vorgesehen. Die russische Regierung hat die Firma Siemens-Bauunion und die amerikanische Firma Cooper zur Bauberatung und Bauüberwachung herangezogen. [N 1360 c] Ls.

Elektrische Eigenschaften von Gummi und Guttapercha

Rohgummi hat, wie H. L. Curtis und A. T. McPherson berichten, eine niedrigere dielektrische Verschiebung ($\mathfrak{D}$) als Guttapercha oder vulkanisierter Gummi. Vulkanisation mit Schwefel allein ergibt höheres $\mathfrak{D}$ als die Vulkanisation mit Hilfe eines Beschleunigers. Die Zugabe von Füllstoffen erhöht $\mathfrak{D}$, wie zu erwarten ist, manchmal um 200 bis 300 vH, da die Mischung ungleichmäßiger wird. Getrocknete Proben von Gummi und Guttapercha haben niedrigeres $\mathfrak{D}$, als wenn sie aufgesaugtes Wasser enthalten. Der Leistungswert (tg δ) von Rohgummi ist ungefähr ebenso groß wie bei Guttapercha. Rohgummi, vulkanisierter Gummi und Guttapercha haben alle den gleichen elektrischen Widerstand. Die Einfügung gewisser Füllstoffe in Gummimischungen erhöht den Widerstand.

Dieselben Verfasser und A. H. Scott machen weiterhin Mitteilungen über diese elektrischen Eigenschaften des Gummis in Abhängigkeit von dem Schwefelgehalt der Gummimischung. Untersucht wurden Mischungen mit bis zu 32 vH Schwefel. Die unvulkanisierten Mischungen mit 8 bis 32 vH Schwefel stimmten in ihren elektrischen Eigen schaften mit denen des Rohgummis praktisch überein; di elektrischen Eigenschaften der vulkanisierten Mischunge hingen jedoch in erster Linie von der Menge des an Gumm gebundenen Schwefels ab, d. h. von der Vulkanisationsziffe

Der Höchstwert der dielektrischen Verschiebung betru 3,75 bei einer Mischung mit 10,5 vH gebundenem Schwefel bei höherem Gehalt fällt der Wert schnell ab und zeigt be 19 vH den Wert 2,75; von da steigt er wieder langsam; be 32 vH gebundenem Schwefel ist der Wert 2,9 erreicht. Die Lei stungsziffer (tg δ) verhält sich ähnlich, der Höchstwert lieg bei 13 vH gebundenem Schwefel. Der elektrische Wider stand steigt bis zu einem Höchstwert bei 26 vH und fäll bis zu einem Gehalt von 32 vH gebundenem Schwefel wiede ab. („Technological Paper“ Nr. 299 und „Scientific Paper Nr. 560 des Bureau of Standards) [N 1360 d] Gr.

Paket- und Briefbeförderung mittels elektrisch gesteuerter Röhrenbahn

Bei der vor kurzem in Betrieb genommenen Paket beförderungsanlage in London, die den Straßenverkehr weit gehend entlasten soll, laufen immer drei zu einem Zug vereinigte, von den Haltestellen aus der Ferne gesteuert zweiachsige Wagen von je 4,1 m Länge über die Puffer, 1,05 m Breite und 1,5 m Höhe über Schienenoberkante unterirdisc in einem Tunnelrohr von rd. 2,7 m Innendurchmesser. An den Haltestellen, die zum Teil drei Gleise aufweisen, be trägt die lichte Weite des Tunnels 7,6 und 6,4 m. Jede Wagen wiegt 1180 kg und kann 520 kg Nutzlast befördern Durch Querwände hat man drei getrennte Abteile geschaffen Die Räder haben 61 cm Dmr., der Radstand beträgt 2,2 m Zum Antrieb dienen für jeden Wagen zwei Motoren von j 22 PS bei 440 V, die Züge erreichen 48 km/h Geschwindig keit. Beide Motoren sind ständig parallel geschaltet; de Strom wird über eine dritte Schiene zugeführt.

Die zweigleisig ausgeführte Strecke ist gegenwärti 10,4 km lang; sie soll nach ihrem vollständigen Ausba die wichtigsten Bahnhöfe und Postämter Londons mitein ander verbinden. („Engineering“ 27. Januar 1928 S. 92* 10. Februar 1928 S. 153*, 24. Februar 1928 S. 214*) [N 1360 f] Sd.

Das Fernsprechwesen in London im Jahre 1927

Der Bericht über das Fernsprechwesen im Londone Stadtgebiet im Jahre 1927 hebt besonders die Eröffnung de Selbstanschlußamtes Holborn hervor[1]). Zwei weitere Selbst anschlußämter werden voraussichtlich im Jahre 1928 er öffnet. Insgesamt hat London jetzt 118 Fernsprechämte gegen 112 im Jahre 1926; die Gesamtzahl der Anschlüss beträgt 327 043 (9,5 vH mehr als 1926), die Zahl der Fern sprechapparate 565 590 (8,8 vH mehr als 1926). 24 371 pri vate Nebenämter sind vorhanden, davon arbeiten 121 selbst tätig. Von den 5076 öffentlichen Sprechstellen (390 meh als 1926) sind 755 in Kiosken untergebracht. Acht neu Handämter mit 3130 Anschlüssen sind im letzten Jahr i Betrieb genommen worden; sie sind gebaut für 24 000 An schlüsse. 43 Ämter sind erweitert worden, am Ausbau vo 17 bestehenden und am Neubau 13 weiterer Ämter wird ge arbeitet. Infolgedessen wurde auch eine wesentliche Erweite rung des Kabelnetzes nötig. Die Anzahl der Ortsgespräch im Jahre 1927 betrug rd. 555 Mill. („Engineering“ 10. Fe bruar 1928 S. 170) [N 1360 g] Pa.

Eigenschaften der Werkmeister

E. H. Fist berichtet über das Ergebnis seiner Rund frage bei mehreren hundert Meistern der verschiedenste Industriezweige über die Eigenschaften, die nach ihre eigenen Ansicht ein Meister haben müsse. Das Ergebni entsprach keineswegs den Erwartungen. Wichtige Eigen schaften fanden geringe Beachtung, während unwesentlich Eigenschaften große Bedeutung zuerkannt wurde. Die Mei ster betrachten sich selbst gar nicht als Führer der Arbeite sondern glauben, ihre Pflicht erfüllt zu haben, wenn sie i ihren Werkstätten die Ordnung aufrecht erhalten un dafür sorgen, daß vorschriftsmäßig gearbeitet wird. Durc die Einrichtung besondrer Stellen für Betriebsorganisation für Arbeitzeitermittlung, für Arbeitereinstellung usw. sin große Gebiete aus dem früheren Pflichtbereich der Meiste herausgenommen worden. Fist findet, daß es unbeding nötig sei, die Meister wieder voll auszunutzen und ihnen kla zu machen, wie sehr der Erfolg des Werkes auch vo ihrer Mitarbeit abhängt. („Machinery“ Februar 1928 S. 413 [N 1360 h] Ha.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 62 und „Engineering“ Bd. 124 (1927) S. 854.

BÜCHERSCHAU

rkstoff-Handbuch Nichteisenmetalle. Herausgeg. von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde im Verein deutscher Ingenieure, Schriftl.: G. Masing, W. Wunder, H. Groeck. Berlin 1927, Beuth-Verlag. Preis 24 *M.*

Der Wunsch, die Eindrücke der Werkstoffschau fortrken zu lassen und sie in der Art auszustatten, daß erzeit Erzeuger und Verbraucher von Metallen in der ge sind, sich über deren Eigenschaften und über die Anderungen, die an sie gestellt werden dürfen, — wenn n nicht Mißerfolge erleben will — zu unterrichten, hat ei führende Korporationen der Technik — den Verein tscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf und die Gesellschaft Metallkunde in Berlin — zu dem äußerst begrüßenswer- Entschluß geführt, den Arbeitsgebieten der beiden Geselläften entsprechend, je ein Werkstoffhandbuch für Stahl l Eisen und für Nichteisenmetalle herauszugeben.

Beide Werke sind vollkommene Neuerscheinungen auf n Büchermarkt, ohne einen Anklang an irgendwelche rläufer. Es ist die neuartige Form eines Ringbuches gehlt worden, die dem Besitzer die Möglichkeit gewährt, n Nachschlagebuch ständig den neuesten Erfahrungen sprechend zu vervollständigen, wenn er von den Herausern die von Zeit zu Zeit erscheinenden Ergänzungsblätter ieht und diese dem Bande an der gewiesenen Stelle einleibt, möglicherweise im Austausch gegen Blätter mit veretem Inhalte.

Diese Werkstoffhandbücher gewähren nun erstmalig die glichkeit, die bewundernswerten Ergebnisse der Metallschung der letzten Jahrzehnte, die bisher in zahllosen zelberichten im Schrifttum der ganzen Welt verstreut ren, in wohlgeordneter, übersichtlicher Zusammenfassung änglich zu machen. Sie sind als eine literarische Groß- zu werten, die in glücklichster Weise belebend auf die rktätige Arbeit einwirken wird.

Das Werkstoffhandbuch für Nichteisenmetalle enthält ht nur die Angaben über die technische Eignung der talle für die unmittelbaren Bedürfnisse des Verbrauchers, dern auch Mitteilungen über ihr gesamtes technologisches rhalten im weiteren Sinne des Wortes.

Das ganze Buch ist in 15 Abteilungen gegliedert. Die te, Abteilung A, bildet der „Allgemeine Teil“, in dem fünf Abschnitten die Vorgänge beim Gießen und Erstarren, Eigenschaften der Legierungen, die Konstitutionslehre, Verformung und Rekristallisation, schließlich die Korion behandelt werden. Die „Prüfung der Metalle“ ereckt sich über die Abteilungen B und C. 32 bets vorgesehene Beiträge sind noch nicht erschienen. Sie len später in das Ringbuch eingefügt werden. Es liegen on vor: Zugversuch, Biegeversuch, Härteprüfung, Kerblagversuch, Lagerprüfung, Abnutzungsprüfung, Prüfung Bearbeitbarkeit mit spanabhebenden Werkzeugen. Von analytischen Untersuchung sind vorhanden: die Ermittg der Feinstruktur und Grobstruktur mit Röntgenahlen, Gewichts- und Maßanalyse, Kalorimetrie, Edeltallbestimmungen, Röntgenspektroskopie, quantitative ische Spektroanalyse, Vorbereitung der Schliffproben und htbarmachen des Gefüges.

Die nächsten Abteilungen sind vollständiger, so D: alle und Legierungen (Kupfer), E: Messing und Sonderssing, F: Bronze und Rotguß, G: Aluminium, H: Knete Aluminiumlegierungen (der Ausdruck „knetbare“ Lerungen ist nicht sehr glücklich gewählt, weil nach erem Sprachgebrauch Knetbarkeit eines Stoffes die Formkeit mit der Hand bezeichnet; wir denken dabei an die andlung von Ton, Modellierwachs und ähnlichen Werkffen, also an ein Verfahren, das nicht den bedeutenden für Vergüten dieser Legierungen nötigen Kraftaufwand rdert).

Vollständig liegen vor die Abteilungen J: Aluminiumlegierungen, K: Magnesium und Magnesiumlegierungen, Nickel, Mangan, Chrom.

In der Abteilung L: Zinn, Blei, Zink steht noch aus Abschnitt über die aus Blei hergestellten und über verte Gegenstände. Bei N: Edelmetalle sind in Vorbereig die Abschnitte 6: Platin und Platinmetalle, und 7: algame. Aus O: Sonstige Metalle und Legierungen fol- noch: Tantal, Phosphor-Kupfer und Phosphor-Zinn.

Bei dem Schrifttum fehlt das Buch von Oswald Gamr: Herstellung des Zereisens und die Gewinnung der loride der seltenen Erden; Wien 1925.

Die letzte Abteilung P: Stoffe für besondere Verweng und technologische Vorgänge enthält Abhandlungen r hitzebeständige Legierungen, säurebeständige metallische Werkstoffe, Zinn- und Bleilagermetalle, Überzüge auf Messing und Kupfer, Zinnüberzüge, ferner Tiefziehen und Drücken, dann Pressen von Stangen und Rohren, Warmpreßteile, endlich noch wohlgelungene Beiträge: das Spritzgußverfahren und Spritzgußlegierungen, sowie einen über Messingspritzguß.

Alle Darstellungen zeichnen sich durch Klarheit und Knappheit aus und sind nach Bedarf mit Schaulinien und schematischen Darstellungen, auch mit Mikrolichtbildern von Gefügen, ausgestattet.

Da noch eine Reihe von Beiträgen, wie schon erwähnt, nachzuliefern ist, so sei hier der Wunsch ausgesprochen, wegen der Fülle des Stoffes dem Buche auch ein sorgfältig den Inhalt aller Aufsätze wirklich erschließendes alphabetisches Sachverzeichnis beizugeben.

[E 1243] Prof. Mathesius

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik: **Tafeln über die mechanische Prüfung der Metalle.** Bearb. von Walter Deutsch. Als Handschrift gedruckt. Selbstverlag. 52 Tafeln. Preis 2 *M.*

Jede Maßnahme, die geeignet ist, das wertvolle, auf der Werkstoffschau 1927 zur Darstellung gebrachte Anschauungsmaterial zu erhalten und weiteren Kreisen zugänglich zu machen, ist zu begrüßen. Diesem Zwecke dient auch das kleine Büchlein, das eine Zusammenstellung der in der Abteilung für mechanische Prüfung der Werkstoffschau ausgehängten Wandtafeln gibt. Eine Reihe der Tafeln bringen Versuchsergebnisse in anschaulicher und sehr knapper Form. Die Mehrzahl gibt schematische Darstellungen der hauptsächlichen Prüfverfahren und der diesen dienenden Materialprüfmaschinen. Wenn bei diesen in einigen Fällen nicht die Übersichtlichkeit erreicht ist, die die Tafeln im allgemeinen auszeichnet, so ist das durch den verwickelten Aufbau eines Teiles der heutigen Prüfmaschinen, besonders der als Universalmaschinen ausgebildeten, bedingt. Der Wert des Büchleins als Sammlung lehrreichen Anschauungstoffes der Werkstoffschau wird hierdurch aber nicht beeinträchtigt. [E 1209] F. Körber

Chemische Technologie und ihre chemischen Grundlagen. Von Otto Lange. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 737 S. m. 277 Abb. Preis 48 *M.*

Das in erster Linie für den Nichtchemiker bestimmte Buch will einen Einblick in die chemischen Verfahren der Groß- und Kleinindustrie geben. Da es keine Kenntnisse voraussetzt, die außerhalb des Rahmens der Hochschulvorstudien liegen, ist überall elementare Chemie und Physik eingeflochten. Das Bestreben des Verfassers ist es, von allgemein bekannten Stoffen auszugehen. So sind im ersten Kapitel das Wasser, im zweiten die Luft und ihre Bestandteile behandelt. Hier wie überall ist der Verfasser bemüht, auch die wirtschaftliche Seite der Verfahren zu würdigen. Einen größeren Umfang hat das dritte Kapitel „Kohlenstoff“, weil darin auch die Technologie organischer Verbindungen besprochen wird: Farbstoffe, Fette, Kohlenwasserstoffe, Lebensmittel, Faserstoffe sind einige größere Abschnitte dieses Kapitels. Auch die Brennstoffe haben weitgehende Berücksichtigung gefunden. Im letzten Kapitel wird dann die Technologie der Metalle und der Mineralien besprochen. Unterstützt wird die Darstellung durch einfache, leicht verständliche Abbildungen. Das überall neuzeitliche Verfahren berücksichtigende Buch dürfte auch dem Fachmann als Nachschlagewerk von Wert sein.

[E 1236] Dr. P. Loth

Theorie der Rahmenwerke auf neuer Grundlage. Von L. Mann. Berlin 1927, Julius Springer. 123 S. m. 76 Abb. Preis 10,50 *M.*

Mann hat sich mit diesem Buch ein doppeltes Verdienst um die Rahmenstatik erworben: Er entwickelt in seiner von früher her bekannten streng wissenschaftlichen Art ein Verfahren, das für viele Systeme mit großem Vorteil angewendet werden kann, und wertet von andern Verfassern dargelegte Berechnungsarten, insbesondere die Deformationsmethode von Ostenfeld, mit der das von ihm entwickelte Verfahren sehr viel Berührungspunkte hat. Soweit diese Wertung freilich zu einer Ablehnung führt, ist sie zu wenig belegt, um voll überzeugen zu können.

Mann teilt die Theorie nach drei Gesichtspunkten: Die geometrischen Beziehungen, die zu den bekannten Elastizitätsgleichungen führen, die Gleichungen statischen Inhalts, die aus Verschiebungsgrößen abgeleitet werden und die er Elastizitätsgleichungen zweiter

Art nennt — mit ihnen befaßt sich das Buch im wesentlichen — und das gemischte System, dessen Bedeutung geringer ist. Die Auswahl der Verschiebungsgrößen für die Elastizitätsgleichungen zweiter Art geschieht nach dem Verfahren der Grundkoordinaten, die den Verschiebungszustand von kinematischen Gebilden festlegen. Die Grundkoordinaten entsprechen den statisch bestimmten Hauptsystemen. Dieses Verfahren führt bei Rahmen im allgemeinen zu weniger Gleichungen als das geometrische.

Der Hauptvorzug des Werkes im Gegensatz zu vielen Veröffentlichungen der letzten Zeit liegt darin, daß nicht nur Teillösungen für bestimmte Systeme oder Belastung gebracht werden, sondern eine klare, systematische und allgemeine Theorie zur Behandlung von Rahmen und Bogen, die in vielen Fällen mit Vorteil angewendet werden kann. Anwendungsbeispiele und Zahlentafeln für Stäbe mit veränderlichem Trägheitsmoment sind für den Ingenieur der Praxis von besonderem Nutzen.

[E 1095] Dipl.-Ing. L. **Bähr**

Handbuch für Lehrlinge der allgemeinen Feinmechanik. Herausgeg. von Robert Bosch A.-G., Stuttgart. 3. Aufl. Berlin 1927, VDI-Verlag. 112 S. Text, 92 S. Abb. Preis 15 ℳ, für VDI-Mitglieder 13,50 ℳ.

Die 3. Auflage, ebenfalls mit Trennung von Text und Abbildungen wie bei der 2. Auflage („Handbuch für die Anlernwerkstätten"), führt in sehr glücklicher Fassung dem Unterrichtenden wie dem Lernenden den Lehrstoff und häufig wiederkehrende Fehler vor Augen. Zu empfehlen wäre jedoch bei einer Neuauflage die bessere Ausnutzung der Papierfläche durch die Abbildungen, damit das Buch billiger und somit die Möglichkeit der Anschaffung erleichtert wird. [E 1250] Str.

Die Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen. Von Oswald Burger. Berlin 1927, Julius Springer. 115 S m. 36 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Die vorliegende Arbeit bringt in knapper und übersichtlicher Form die Berechnung der elektrischen Verhältnisse von Drehstrom-Kraftübertragungen: Ermittlung der verschiedenen Widerstände, Spannungsabfälle und Verluste sowie Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit und die Grenzen der Ausführbarkeit. Der Verfasser berücksichtigt hierbei die in neuerer Zeit in der Kraftübertragung verwendeten Hohlseile und Dreiwicklungstransformatoren und erstreckt seine Untersuchungen auch auf parallele Leitungen und längere Übertragungen. Die nach rechnerischen und zeichnerischen Verfahren gelösten Übungsaufgaben sind der Praxis entnommen und daher vor allem für den entwerfenden Ingenieur recht nützlich. Der Verfasser beschränkt sich auf die Behandlung der stationären Belastungszustände. Ebenso bleiben Freileitungsbau und Kabelverlegung unerwähnt. Gerade diese Einschränkung ermöglichte es, in einem verhältnismäßig kleinen Buch eine Zusammenstellung von allem zu geben, was für eine schnelle und einfache Berechnung von Kraftübertragungen erforderlich ist.

[E 1169] Zorn

Sammlung Göschen, 243. Bd.: **Physikalische Aufgabensammlung.** Von G. Mahler. 3. Aufl. v. K. Mahler. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 136 S. Preis 1,50 ℳ.

Das kleine Werk enthält 666 mit großem Geschick gewählte Aufgaben aus den Gebieten der Mechanik des materiellen Punktes und des starren Körpers sowie der Flüssigkeiten und Gase, ferner der Molekularphysik, der Wärmelehre, Wellenlehre und Akustik, der Optik, Elektrizität und des Magnetismus. Um diese Aufgabenmenge mit ihren Lösungen auf dem beschränkten Raum unterzubringen, sind nur die Endlösungen angegeben. Die Ableitungen der zu benutzenden Formeln hat man in einem der zahlreich vorhandenen physikalischen Lehrbücher nachzuschlagen.

Für die Ingenieurpraxis von Wichtigkeit sind viele der zum großen Teil elementaren Aufgaben. Andre sind geeignet, zum Studium anzuregen. In einigen Fällen hätte man genauere Angaben gewünscht, so z. B. in Aufgabe Nr. 264, wonach der uneingeweihte Leser entnehmen wird, daß der Reibungswert und die Dichte des Wasserstoffes Festwerte seien, die nicht von der Temperatur abhängig sind.

Besonderen Wert würde das kleine Werk in einer späteren Ausgabe erhalten, wenn die Bestrebungen des AEF darin unterstützt und ihm die wichtigsten Umrechnungswerte der gebräuchlichen Maßsysteme beigegeben würden.

[E 1203] W. S.

Anwendungen der mathematischen Statistik auf Probleme der Massenfabrikation. Von R. Becker, H. Plaut und I. Runge. Berlin 1927, Julius Springer. 119 S. m. 24 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Herausgeg. von Fritz Giese. 5. Lfg. Halle a. d. S. 1927, Carl Marhold. 320 Sp. Preis 9 ℳ.

Nahtransport. Von Hans Schulze-Manitius. 1. Bd. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. 366 S. m. 454 Abb. Preis 17,50 ℳ.

Tagesfragen aus der Zuckerindustrie, 6. H.: **Dampfmesser und Dampfverbrauchs-Messungen in der Zuckerindustrie.** Von Walter Jaekel. Magdeburg 1927, Rudolf Rathke. 32 S. m. 19 Abb. Preis 2,30 ℳ.

Arbeit und Gesundheit, 7. H.: **Bericht über die Ergebnisse der Staubuntersuchungen.** Von L. Teleky. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 91 S. Preis 4 ℳ.

Technische Fortschrittsberichte, 17. Bd.: **Fortschritte in der Kaliindustrie.** Von C. Hermann. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 117 S. m. 31 Abb. Preis 8 ℳ.

Der Tunnelofen und seine Anwendung in der Ziegelindustrie. Von G. Benfey. Leipzig 1927, Max Jänecke. 35 S. m. 18 Abb. Preis 2,40 ℳ.

Deutsche Kraftfahrzeug-Typenschau. Ausg. II: Omnibusse. Nutzkraftwagen, Zugmaschinen. Herausgeg. von C. W. Erich Meyer. Dresden 1927, Verlag Deutsche Motor-Zeitschrift. 112 S. m. Abb. Preis 2,30 ℳ.

Automobiltechnisches Handbuch. Herausgeg. von Richard Bussien. 12. Aufl. Berlin 1928, M. Krayn. 1416 S. m. 1611 Abb. Preis 30 ℳ.

Luftrecht. Reichsrechtliche Vorschriften. Textausgabe von Alfred Wegerdt. Berlin 1927, Gebr. Radetzki. 252 S. Preis 5 ℳ.

Zollvorschriften und Zollstätze für Luftfahrzeuge, Luftfahrzeugteile und Zubehör. Bearb. vom Verband deutscher Luftfahrzeug-Industrieller, e. V. Berlin 1927, Gebr. Radetzki. 63 S. Preis 3 ℳ.

Die deutsche Montanindustrie. Von Walter Greiling. Leipzig 1927, Volkstümlicher Verlag. 30 S. m. Abb. Preis 5 ℳ.

Handwörterbuch des Postwesens. Herausgeg. von Wilhelm Küsgen, Paul Gerbeth, Heinr. Herzog, Laur. Schneider und Gerhard Raabe. Berlin 1927, Julius Springer. 724 S. m. 167 Abb. Preis 57 ℳ.

Kali-Kalender 1928. 3. Jg. Bearb. von C. Hermann. Halle a. d. S. 1928, Wilh. Knapp. 196 S. m. zahlr. Tab. Preis 5,20 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 72 SONNABEND, 17. MÄRZ 1928 Nr. 11

Die Entwicklung des Berliner Verkehrs

[Von Dr.-Ing. Leonhard Adler, Stadtbaurat für das Verkehrswesen von Berlin]

Verkehrsdichte und Verkehrsgeschwindigkeit — Das Schnellverkehrsnetz — Die Verkehrsunternehmungen — Tariffragen — Zusammenschluß der drei Verkehrsunternehmungen.

folge der zunehmenden Entwicklung von Handel und Industrie und der ständig wachsenden Ausdehnung der Stadt hat der Verkehr im Laufe der letzten Jahr-nte in Berlin einen gewaltigen Aufschwung ge-nen. Vor fünfzig Jahren betrug die Anzahl Fahrten Berliner Bevölkerung auf den öffentlichen Verkehrs-eln rd. 42 Mill. in einem Jahr, bei einer Gesamtbevöl-ungszahl von knapp 1 Mill.; jetzt hingegen werden r als 1600 Mill. Fahrgäste im Jahre befördert bei einer ölkerung von 4,2 Mill., d. h. also, während die Bevöl-ungszahl sich im Laufe dieser 50 Jahre etwas r als vervierfacht hat, ist der Verkehr fast rzigmal so groß geworden als früher.

Die öffentlichen Verkehrsmittel wurden im Laufe der re — auf den Kopf der Bevölkerung bezogen — be-t:

m Jahre 1878	. . . .	3,5 mal in 1 Monat
„ „ 1890	. . . .	9 „ „ „ „
„ „ 1900	. . . .	16 „ „ „ „
„ „ 1913	{ dem letzten Vor-kriegsjahr }	25 „ „ „ „
„ „ 1927	. . . .	39 „ „ „ „

Die Zunahme des Berliner Verkehrs auf den ein-en Verkehrsmitteln ist in Abb. 1 dargestellt. Das ste Berliner öffentliche Verkehrsmittel ist der rdeomnibus, der im Jahre 1846 seine erste Linie fnete. Dann folgte im Jahre 1864 die Pferde-aßenbahn, die um die Wende des Jahrhunderts lektrischen Betrieb umgewandelt wurde. Im e 1872 wurde dann die staatlich betriebene gbahn eröffnet, 1882 die Stadtbahn, is zum Ende des Jahres 1928 vom bisherigen pfbetrieb in den elektrischen Betrieb um-ndelt sein werden. Im Jahre 1902 wurde rste Strecke der elektrischen Hoch- und ergrundbahn eröffnet, im Jahre 1907 die erste Kraftomnibuslinie.

Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie der nte Berliner Verkehr bis zum Kriegs-n ein gleichmäßiges Anwachsen zeigt; ich in den Jahren 1894, 1898 und 1907 sind gering-e Schwankungen zu ver-nen, die im wesentlichen len Schwankungen der all-nen Wirtschaftslage herrühren. Mit Kriegsbeginn sinkt anfänglich der Verkehr, nimmt dann zur Zeit der stark wachsenden Kriegsindustrie bei fast unverändert bleibenden Fahrpreisen stark zu und fällt in der Inflationszeit bis zum Jahre 1923 stark ab.

Nunmehr weist der Verkehr wieder bei geringfügigem Nachlassen im Jahre 1926 eine stark anwachsende Linie auf, die — falls diese Zunahme auch in den kommenden Jahren bleibt — bald die Verkehrsabnahme in der Nachkriegs- und Inflationszeit ausgeglichen haben wird.

Abb. 1 Entwicklung des Berliner Personenverkehrs von 1870 bis 1927.

Abb. 2
In einem Monat auf der Straßenbahn, der Hoch- und Untergrundbahn, den Omnibussen und den Stadt-Ring- und Vorortbahnen beförderten Personen.

Was die Schwankungen des Verkehrs auf den einzelnen Verkehrsmitteln betrifft, so ist u. a. auffällig die starke Abnahme des Straßenbahnverkehrs vom Jahre 1918 bis 1923 — also in der Inflationszeit —, wobei z. T. die Stadt- und Ringbahn diesen Verkehr aufgenommen hat. Diese Verschiebung hing im wesentlichen damit zusammen, daß die Straßenbahn entsprechend der zunehmenden Geldentwertung ihre Fahrpreise erhöhte, während die staatliche Stadt- und Ringbahn infolge ihrer nicht so beweglichen Organisation mit ihren Tarifen der Geldentwertung nicht rechtzeitig folgen konnte. Mit dem Eintritt der Geldstabilisierung sind dann wieder langsam normale Verhältnisse in der Verteilung des Verkehrs zwischen Straßenbahn und Stadt- und Ringbahn eingetreten.

Die Untergrundbahnen weisen auch ähnliche Schwankungen auf wie die Straßenbahn, jedoch beginnt dort das Anwachsen des Verkehrs schon um das Jahr 1921 infolge der seit Kriegschluß wieder aufgenommenen Fortsetzung des Baues neuer Untergrundbahnen und der Eröffnung neuer Strecken. Die geringe Abnahme in den Jahren 1925/26 ist mit der stärkeren Erhöhung der Tarife der Untergrundbahn zu erklären, während im Betriebsjahre 1927 die Untergrundbahn durch die Gleichstellung der Tarife mit Straßenbahn und Omnibus auf 20 ₰ Einheitspreis wieder einen starken verkehrlichen Aufschwung nimmt.

Kennzeichnend ist die starke Abnahme des Verkehrs beim Omnibus mit dem Einsetzen der Kriegzeit, die darauf zurückzuführen ist, daß der größte Teil der Wagen der Omnibusgesellschaft für Kriegzwecke zur Verfügung gestellt werden mußte. Erst in den letzten Jahren nimmt infolge Wiederaufbaues des Omnibusnetzes der Verkehr gleichmäßiger zu.

Die monatlichen Schwankungen des Verkehrs in Berlin in den letzten drei Jahren sind in Abb. 2 wiedergegeben. Eine allgemeine Zunahme des Verkehrs ist bei der Straßenbahn im allgemeinen im Mai und im Oktober festzustellen. Bemerkenswert ist auch die Abnahme, die der Verkehr auf den Hoch- und Untergrundbahnen in den Sommermonaten aufweist, in denen der Verkehr z. T. auf die sogenannten „offenen" Verkehrsmittel Straßenbahn und Omnibus übergeht, um in den kälteren Wintermonaten wieder zu den Untergrundbahnen zurückzukommen. Immerhin werden jetzt — z. T. infolge der wesentlich besseren Lüftung der Untergrundbahnwagen im Sommer, z. T. auch infolge der bei den Straßenbahnen wieder eingeführten Heizung der Wagen in den Wintermonaten — diese wechselnden Verschiebungen im Verkehr immer geringer.

Aus Abb. 3 sind die täglichen Schwankunge des Verkehrs (Ende Mai bis Anfang Juli) des verga genen Jahres zu ersehen. In der Regel weist der Son abend im ganzen Jahre für alle Monate des Jahres de stärksten Verkehr auf. Besonders stark ist der Verkehr a Sonnabend, wenn er kurz vor Monatsschluß liegt (28. Mai außerdem aber haben die Tage unmittelbar vor de Feiertagen stärkeren Verkehr (3. und 4. Juni). Schlie lich ist ein besonderes Anwachsen des Verkehrs bei Einsetzen des Reiseverkehrs zum Schulschluß am 1. un 2. Juli festzustellen. Der geringste Verkehr ist jetzt i der Regel an Sonn- und Feiertagen, an denen der Beruf verkehr fast vollkommen wegfällt; an seine Stelle tri zwar zum Teil der Ausflugverkehr, der jedoch nur eine geringen Teil des gesamten Berliner Verkehrs ausmach Lediglich einige wenige Strecken, die ausgesprochen Ausfluglinien sind, weisen stärkeren Verkehr auf.

Bemerkenswert ist auch der Einfluß der Temperatu auf den Verkehr, der ebenfalls aus Abb. 3 zu ersehen is Mit zunehmender Außentemperatur nimmt in der Rege auch der Verkehr zu, und zwar im allgemeinen a stärksten bei Straßenbahn und Omnibus. Seinerzeit wurd bei mehrwöchentlicher Beobachtung in Sommermonate festgestellt, daß 1 °C Temperaturerhöhung der Straße bahn rd. 10 000 Fahrgäste täglich mehr brachte.

Die Verkehrsschwankungen im Laufe eine Tages auf einer Hauptstrecke der Hoch- und Unte grundbahn sind in Abb. 4 wiedergegeben. Die ausgezo gene Linie stellt den Verkehr dar von den westliche Wohngegenden nach der Stadt, die gestrichelte Linie de Tagesverkehr von der Stadt nach dem Westen. Der Ve kehr ist in vH des gesamten Tagesverkehrs aufgetrage Aus Abb. 4 ist zu ersehen, wie der höchste Verkehr mi 13,3 vH des Tagesverkehrs in der Richtung nac der Stadt in der Zeit zwischen 8 und 9 Uhr vo mittags auftritt. Eine zweite, wesentlich geringere Spitz weist der Verkehr nach der Stadt zwischen 16 un 17 Uhr auf, dann wieder zur Theaterzeit zwischen 19 un 20 Uhr. Umgekehrt ist der Verkehr von der Stad nach dem Westen mit 11,8 vH des Tagesverkehrs a größten in der Zeit von 17 bis 18 Uhr und nimmt nac 19½ Uhr schnell ab. Mittags, etwa gegen 12½ Uhr, fahre genau so viele Personen nach der Stadt, wie heraus zu Mittagspause (4,5 vH des Tagesverkehrs). Im Verglei aber zur Vorkriegszeit ergibt sich, daß der Mittagsve kehr nach den Wohngegenden im Westen infolge de größtenteils eingeführten durchgehenden Arbeitzeit we sentlich geringer ist als früher.

Abb. 3
Tägliche Schwankungen des Verkehrs bei Straßenbahn, Untergrundbahn und Omnibussen (Einfluß der Feiertage und der Temperatur).

Abb. 4
Stündliche Verkehrsbelastung des Streckenabschnittes Potsdamer Platz – Gleisdreieck der Hoch- und Untergrundbahn in Berlin.

In Abb. 5 ist ein sogenannter Verkehrsquer-hnitt der Straßenbahn auf dem Alexanderplatz, dem htigsten östlichen Verkehrsmittelpunkt Berlins, wieder-geben. Für die einzelnen Tagesstunden sind die An-l verfügbarer Plätze in den dort vorbeifahrenden Stra-bahnwagen aufgetragen (Anzahl Wagen mal Platzange- in den Wagen), außerdem aber auch die jeweilige Be-ung. Links ist der Verkehr vom Osten und Norden — mehr von den Wohnstätten — nach Westen und Süden ersehen; rechts der Verkehr vom Westen und Süden — mehr von den Arbeitstätten im Stadtzentrum und len — nach dem Osten und Norden. Es ergibt sich, der Verkehr des Morgens am stärksten ist zwischen nd 8 Uhr. Es ist bemerkenswert, daß hier der Früh-tzenverkehr, der von den ärmeren Stadtgegenden Berlins mt und größtenteils Arbeiter und Angestellte betrifft, Stunde früher auftritt als der in Abb. 4 dargestellte tzenverkehr aus den mehr wohlhabenden westlichen liner Stadtgegenden. Der Verkehr flaut um die Mittag-den ab und steigt in der Zeit von 15 bis 17 Uhr wieder dann fällt er bis zum Betriebschluß ab. In der um-ehrten Richtung ist die Verkehrspitze flacher. Sie tritt der Zeit von 16 bis 17 Uhr auf.

Das Platzangebot folgt ständig der Platznachfrage, weise mit dichterer Zugfolge in den stärkeren Ver-rszeiten, teilweise mit ein- oder mehrfachem Behängen Motorwagen mit Beiwagen, teilweise mit zeitweiligem Einsetzen sogenannter Einsetzzüge, die, wenn nicht mehr erforderlich, ebenso wie die Beiwagen wieder aus dem Betrieb gezogen werden. Daß ein ausreichendes Platzangebot dem Platzbedarf ständig folgt, ist aus wirtschaftlichen Gründen unbedingt erforderlich. Es muß einerseits dafür gesorgt werden, daß unnötige Überfüllung vermieden wird und nicht mehr Personen in den Wagen sind, als Plätze (Sitz- und Stehplätze) vorhanden, anderseits aber dürfen Plätze nicht unnötig verschwendet werden. Eine große Anzahl zur Verfügung gestellter Plätze und Wagen bedeutet Mehrkosten an Strom, Personal und Unterhaltung. Es wird Sache des geübten Betriebsleiters sein, an der Hand der ständig zu verfolgenden Betriebsaufzeichnungen für die verschiedenen Linien und Stadtgegenden die verkehrstechnisch und wirtschaftlich zweckmäßigste Anzahl von Wagen in den Betrieb zu stellen.

Das verkehrstechnisch wichtigste Verkehrsmittel der Großstadt ist die Untergrundbahn; entspricht sie doch am meisten den drei Hauptforderungen, die an den großstädtischen Verkehr gestellt werden müssen; das sind:

1. hohe Fortbewegungsgeschwindigkeit, 2. Beförderung großer Menschenmengen, 3. Entlastung der Straßen.

Die große Fortbewegungsgeschwindigkeit ist erforderlich, damit die tote Zeit, die man tagtäglich auf den Verkehrsmitteln zubringt, auf ein Mindestmaß beschränkt wird. Sie ist ebenso notwendig für den Arbeiter, Angestellten und Beamten wie für den Kaufmann, der seinen Geschäften nachgeht.

Im Laufe der Jahrzehnte hat tatsächlich die Geschwindigkeit im Verkehr eine ständige Zunahme erfahren. Noch vor 30 Jahren betrug auf unsern Straßen die mittlere Fortbewegungsgeschwindigkeit der Pferdedroschken, Pferdeomnibusse und Pferdestraßenbahnen 8 bis 9 km/h. Infolge des elektrischen Straßenbahnbetriebes trat bereits eine wesentliche Steigerung ein, zuerst auf 11 bis 12, jetzt auf 14 bis 15 km/h. Die Kraftomnibusse brachten eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 16 km/h und darüber. Die mit Dampf betriebene Stadt- und Ringbahn fährt im Durchschnitt mit 22 bis 23 km/h, während die Hoch- und Untergrundbahn 25 km/h aufweist. Bei neueren Strecken wird sogar noch mit einer höheren Geschwindigkeit gerechnet.

Für den Kraftwagenverkehr ist die Höchstgeschwindigkeit in Berlin auf 35 km/h festgesetzt; es wird beabsichtigt, sie auf 40 km/h zu erhöhen. Aber auch diese Höchstbegrenzung wird — ebenso wie bereits in vielen andern Großstädten des Auslandes — früher oder später ganz in Fortfall kommen müssen. Es gibt Straßenzüge, wo bereits jetzt die Kraftwagen ohne Gefährdung des übrigen Verkehrs mit einer wesentlich höheren Höchstgeschwindigkeit fahren können, so z. B. auf der Charlotten-

Abb. 5
Verkehrsquerschnitt am Alexanderplatz in Berlin (nur Straßenbahn).

Abb. 6
Schnellbahnnetz in Berlin.

burger Chaussee durch den Tiergarten. Anderseits gibt es viele Straßenzüge, wo auch 35 km/h Höchstgeschwindigkeit unter Umständen gefährlich werden können. Es wird vor allem auf die Geschicklichkeit der Fahrer ankommen, die geeignete Höchstgeschwindigkeit zu wählen, die nicht zuletzt auch von der Konstruktion des Wagens selbst — ob mit Zwei- oder Vierradbremse oder sonstigen Einzelheiten — abhängig ist.

Die Notwendigkeit, große Menschenmengen zu befördern, ergibt sich zwangläufig bei jeder Großstadt mit dichter Bebauung und regem industriellem Leben. Menschenmengen in einem einzigen, langen, leistungsfähigen Zuge zu befördern, wird auch immer wirtschaftlicher sein als die Verteilung auf viele einzelne Wagen.

Auch das Fassungsvermögen der verschiedenen Verkehrsmittel hat im Laufe der letzten Jahrzehnte außerordentlich zugenommen. Es ergeben sich folgende Zahlen:

Pferdeomnibusse und Pferdestraßenbahn (ohne Anhängewagen) . .	rd.	30	Personen,
Kraftomnibus (mit Doppeldeck) . .	„	75	„
Elektrische Straßenbahn (bis zu 2 Anhängewagen)	„	200	„
Elektrische Hoch- und Untergrundbahn, auf den ersten Strecken mit Sechswagenzügen für 6 × 85 Pers.	„	510	„
auf den neuesten Strecken mit Neunwagenzügen für 9 × 115 Personen	„	1035	„

Ausschlaggebend für die Menschenmengen, die in 1 h befördert werden können, ist aber auch der kürzeste Abstand, mit dem Züge einander folgen können. Bei Untergrundbahnen ist dieser Abstand durch die Gestaltung der Signaleinrichtung gegeben, die in Berlin die Zugfolge in 75 s gestattet. Bei den Straßenbahnen hängt die zulässige Wagenfolge davon ab, daß die Straßen für den übrigen Verkehr nicht unzulässig verstopft werden.

Auf den ersten Strecken der Hoch- und Untergrundbahn mit Bahnsteigen, die nur Sechswagenzüge gestatten, und einer Tunnelbreite von 6,24 m, die nur verhältnismäßig schmale Wagen zuläßt, können in 1 h in einer Richtung nur rd. 24 000 Personen befördert werden. Bei den heute in Betrieb kommenden Untergrundbahnen für Neunwagenzüge mit 115 Plätzen in jedem Wagen, die eine Tunnelbreite von 6,90 m haben, werden rd. 50 000 Personen in einer Richtung in 1 h befördert. Auf der Straßenbahn wird hingegen nur mit einer Beförderungszahl von rd. 12 bis 15 000 Personen in einer Richtung in 1 h gerechnet; in einzelnen besonderen Fällen kann natürlich diese Zahl u. U. auch wesentlich überschritten werden. Beim Omnibus, der im Gegensatz zur Straßenbahn ohne Anhängewagen fährt, allerdings mit Oberdeck, werden etwa 9 bis 10 000 Personen in 1 h in einer Richtung befördert.

In Berlin ist das Netz der Hoch- und Untergrundbahnen im Vergleich zu andern Großstädten verhältnismäßig noch wenig ausgebaut. Das Berliner Untergrundbahnnetz ist 56 km lang im Gegensatz zu London mit 252 km und New York mit 485 km. Wenn man berücksichtigt, daß Berlin 4,17 Mill., London 7,66 Mill. und New York 5,62 Mill. Einwohner hat, so ergibt sich die Streckenlänge des ausgebauten Untergrundbahnnetzes, auf 1 Mill. Einwohner bezogen,

für Berlin	mit 13,4	km/1 Mill. Einwohner
„ London	„ 30,4	„ „ „
„ New York	„ 85,5	„ „ „

Der Ausbau des Untergrundbahnnetzes in Berlin wird aber zur Zeit aufs eifrigste gefördert. Immerhin kann er nur so schnell vor sich gehen, als die Beschaffung der sehr beträchtlichen Mittel für den Bau es gestattet; kostet doch 1 km Untergrundbahnstrecke in der inneren Stadt unter Berücksichtigung der Bahnhofkosten und des Grundstückerwerbes etwa 15 bis 17 Mill. ℳ. Der Plan des jetzigen Untergrundbahnnetzes und der im Bau be-

dlichen Linien ist aus Abb. 6 zu ersehen, ebenso die ecken der Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Die Notwendigkeit des beschleunigten Ausbaues der tergrundbahnen ist aber auch durch die immer stärker rdende Zunahme des Kraftfahrzeugverkehrs gegeben, dringend eine Entlastung der Straßen fordert. Die nahme der Kraftwagen in den letzten Jahren in Berlin gt Abb. 7.

Bei dem Ausbau des Untergrundbahnnetzes muß auch geeignete Übersteigemöglichkeiten von einer Linie der tergrundbahn zur andern, ebenso aber auch zur Straßenn und zum Omnibus Sorge getragen werden. Rolltrep- werden in immer größerem Maße zur Verwendung nmen. In Abb. 8 und 9 ist die Rolltreppe dargestellt, auf dem Bahnhof Hermannplatz das Umsteigen zwischen beiden sich dort kreuzenden Untergrundbahnlinien in quemer Weise ermöglicht.

Besonders wichtig ist es, für möglichste B e-emlichkeit der Fahrgäste Sorge zu agen. Dazu dienen einmal die Rolltreppen, die n Publikum das unter Umständen mühselige eppensteigen bei den Untergrundbahnen ersparen len; ferner aber sind sämtliche Wagen sowohl den Straßenbahnen und den Hoch- und Untergrundnen wie auch bei den Omnibussen, die früher zum ßen Teile Holzbänke hatten, gepolstert worden. Die aßenbahnwagen, die nur zwei verhältnismäßig hohe Eintstufen hatten, haben nunmehr zum Teile bereits drei fen erhalten, die das Ein- und Aussteigen auch für ere und gebrechliche Leute wesentlich erleichtern.

Abb. 7
Bestand an Kraftfahrzeugen in Berlin.

Abb. 8. Oberer Teil.

Abb. 9. Unterer Teil.

Abb. 8 und 9. Rolltreppe am Untergrundbahnhof Hermannplatz.

Ebenso ist allgemein für bessere Beleuchtung gesorgt worden, damit in den Wagen das Lesen erleichtert wird; schließlich haben alle drei Verkehrsmittel für den Winter Heizung erhalten.

Die Berliner Verkehrsunternehmungen waren bis zum Jahre 1920 — also bis zur Bildung der neuen Stadt Berlin — zum überwiegenden Teil in Privathänden. Oktober 1920 wurden die gesamten Straßenbahnen verstadtlicht und später, im Jahre 1923, zwecks beweglicherer Gestaltung der Geschäftsführung in die Form einer städtischen Straßenbahn-Betriebs-G. m. b. H. gebracht. Die Hoch- und Untergrundbahn wurde 1926 verstadtlicht, die Allgemeine Berliner Omnibus-A.-G., von der bis zur Verstadtlichung der Hoch- und Untergrundbahn über ein Drittel der Aktien im Besitz der Stadt waren, und über ein Drittel im Besitz der Hoch- und Untergrundbahn, ist nunmehr auch überwiegend städtisch. Es sind also jetzt drei selbständige, mehr oder weniger rein städtische Gesellschaften vorhanden, die in engster Fühlungnahme miteinander arbeiten und unter Umständen später sogar zu einer einzigen zusammengeschlossen werden sollen.

Als erstes Ergebnis dieses engen Zusammenarbeitens der drei Verkehrsgesellschaften wurde Anfang des

vergangenen Jahres der Einheitsfahrpreis von 20 ₰ für alle drei Verkehrsunternehmungen, die früher vollkommen verschiedene, zum Teil gestaffelte Tarife hatten, eingeführt. Außerdem ist mit dem jetzigen Fahrschein das einmalige Umsteigen gestattet, gleichgültig, ob auf Straßenbahn, Hochbahn oder Omnibus. Dieser allgemeine Umsteigeverkehr hat außerordentlich zur Hebung des Verkehrs beigetragen: er brachte auch der Bevölkerung für bestimmte Fahrten, für die früher zwei getrennte Fahrscheine gelöst werden mußten, eine Verbilligung. Ungefähr 46 vH der Fahrgäste machen von dem Umsteigerecht jetzt Gebrauch.

Durch die engere Zusammenfassung der drei Verkehrsunternehmungen wird auch der früher oft nachteilig wirkende Wettbewerb zwischen den Verkehrsunternehmungen vermieden; Untergrundbahn und Straßenbahn bedienen vor allem den Massenverkehr, während der Omnibus mehr zu ihrer Ergänzung fährt und außerdem die äußeren Stadtteile, die bisher keine Verbindung hatten, dem Verkehr erschließt.

Hand in Hand mit dem Ausbau des Berliner Verkehrsnetzes gehen die Maßnahmen zur technischen Verbesserung an Wagen, Werkstätten, Bahnhöfen, die mit dazu beitragen werden, den Berliner Verkehr in immer mustergültigerer Weise auszugestalten. [B 1181]

Sicherheitsbremse für Schienenfahrzeuge

Die verschiedenen Unfälle in der letzten Zeit bei der Straßenbahn in Kassel, bei der Kleinbahn in Skeuditz und bei der Zahnradbahn in Chamonix weisen darauf hin, daß bei allen Bahnen, die Steigungen zu überwinden haben, notwendig ist, eine Sicherheitsbremse anzubringen, die bei Überschreiten der höchstzulässigen Geschwindigkeit die Wagen selbsttätig abbremst. Es hat erklärlicherweise an Versuchen nicht gefehlt, eine solche wirksam arbeitende Bremse herzustellen. Fast alle Versuchsbremsen beruhen grundsätzlich darauf, daß ein Fliehkraftregler beim Überschreiten der Geschwindigkeit entweder die vorhandene Luftbremse allmählich einschaltet oder aber die eigene Schleuderkraft zu langsam einsetzender Bremsung benutzt. Bei allen diesen Bremsen besteht aber die Gefahr, daß kurz vor dem Erreichen der Höchstgeschwindigkeit die Bremsen anfangen zu schleifen und heiß laufen, besonders wenn die Geschwindigkeit längere Zeit nur wenig unter der beabsichtigten Höchstgeschwindigkeit liegt.

Aber auch noch einen andern Nachteil bergen diese Bremsen in sich. Die Flugkörper oder Schleudergewichte dieser Bremsen werden durch eine starke Feder zusammengehalten. Bei steigender Geschwindigkeit wird diese Feder ständig stärker bis zur Bremswirkung angespannt; sie hebt auf diese Weise die Bremskraft zum größten Teil auf, d. h. sie ist nicht wirksam genug.

Mit einer neuen Bremse, der oben angeführte Mißstände nicht anhaften, sind auf der Marienborn – Beendorfer Kleinbahn Versuche gemacht worden, die ein gutes Ergebnis hatten.

In Abb. 1 und 2 ist die Ausführung einer solchen Sicherheitsbremse dargestellt. Auf der Welle *a* sitzt ein sich mit der Welle drehender Körper *b*, von dem mittels Bolzen *c* die beweglichen Schleuder- und Bremsbacken *d* gehalten werden. An den Bremsbacken *d* sitzen die beweglichen Laschen *e*, die den Bolzen *f* in dem Langloch des Körpers *b* nach der Welle hin bewegen. Der Bolzen *f* berührt den federnden Stift *g*, der in dem Schwenkhebel *h* verstellbar gelagert ist. Der um den Punkt h_1 drehbare Schwenkhebel *h* bildet mit dem Druckring h_2 einen festen Körper. Dieser nun drückt auf die Schraubenfeder *i*, die durch den Stellring *k* eingestellt werden kann. Das Bremsgehäuse *l* mit dem Kugellager *m* steht fest.

Der Fliehkraftregler sitzt also hier entweder auf der Wagenachse selbst oder wird von ihr angetrieben. Die Bremsbacken (Schleuderklötze) dieser Bremse bewegen sich bei zunehmender Geschwindigkeit zunächst sehr langsam nach außen, da sie von der Druckfeder *i* bis zur Erreichung der Höchstgeschwindigkeit gehalten werden. Ist diese erreicht, so ist Hebel *h* um Bolzen h_1 so viel gedreht worden, daß der Bolzen *f* über den Sperrbolzen *g* hinweggleiten kann. Die Bremsbacken werden von der Feder *i* in diesem Augenblick freigegeben, schleudern nach außen und geben nun ihre volle Bremskraft an die Bremsscheibe *l* ab.

Das Hauptmerkmal dieser Bremse ist also, daß sie von der Geschwindigkeit des Wagens abhängig ist und daß sie im gegebenen Augenblick plötzlich wirkt. Ein Überschlagen eines Wagens kann hierbei nicht stattfinden, weil die Bremswirkung einzustellen ist, d. h. nicht so groß wird, daß ein plötzliches, sondern nur ein langsames Abbremsen und Auslaufen bewirkt wird. Diese Sicherheitsbremse kann selbstverständlich gleichzeitig mit der eigenen Bremsung auch eine vorhandene Luftbremse oder elektromagnetische

Abb. 1
Sicherheitsbremse für Schienenfahrzeuge.
a Welle *b* sich mit Welle *a* drehender Körper *c* Bolzen zum Festhalten der Schleuder- und Bremsbacken *d* *e* bewegliche Laschen *f* Bolzen *g* federnder Stift *h* Schwenkhebel, drehbar um Punkt h_1 h_2 Druckring *i* Schraubenfeder *k* Stellring *l* Bremsgehäuse *m* Lager *n* Einrückvorrichtung

Bremse betätigen, ferner, wenn gewünscht, diese beiden allein, indem man den Ausschlag der Bremsbacken begrenzt.

Die oben erwähnten Unglücksfälle sind darauf zurückzuführen, daß die Wagen bei der wachsenden Geschwindigkeit in den Krümmungen ausgesprungen sind. Würde die in den Krümmungen zulässige Geschwindigkeit in diesen Fällen mittels der neuen Vorrichtung nicht überschritten sein, so wären die Wagen im Gleis geblieben, auch hätte mehr Zeit zur Verfügung gestanden, die vorhandenen Bremsen einzuschalten. [M 928]

Beendorf b. Helmstedt

Ferd. Killewald, Fabrikdirektor

Eisenbahn-Ausbesserungswerke

Von Dr.-Ing. M. Osthoff, Reichsbahnrat, Stettin.

Verbesserungsvorschläge für die Hauptarbeitsgänge des in Z. Bd. 65 (1921) S. 1131 beschriebenen Ausbesserungswerkes nach dem Verfahren des Verfassers. Vor- und Nachteile von Laufkranen und Schiebebühnen als Hauptfördermittel. Allgemeine Anforderungen an die Arbeitsgänge. Beschreibung der Hauptarbeitsgänge und Fördermittel der Ausbesserungswerke für elektrische Triebwagen in Niederschöneweide bei Berlin und in La Garenne bei Paris sowie Vergleich der Förderwege.

Wie in der Entwicklung der Bahnbetriebswerke so sind auch in den Ausbesserungswerken neben der Ausrüstung mit leistungsfähigen Werkzeug-schinen, Förderanlagen usw. durch Einführen neu-tlicher Arbeitsverfahren — Aufstellen einwand-ier Gedingezeiten, Zuteilen nur weniger Fahrzeugbau-en, insbesondere aber durch Austauschbau sowie Fließ-l Reihenarbeit — ganz erhebliche Fortschritte erzielt rden. Die Arbeitsleistung der neueren Ausbesserwerke Reichsbahn ist hierdurch derart gestiegen, daß eine he älterer Werke als entbehrlich teilweise oder ganz chlossen werden konnte[1]).

Auch das in Abb 11, Z. Bd. 65 (1921) S. 1189 darge-ellte Ausbesserwerk für Lokomotiven, dessen Größe zu gleichzwecken nach dem für 1919 gültigen Entwurf des werter Werkes bemessen war, würde daher heute bei cher Anzahl der auszubessernden Lokomotiven er-tich kleiner (besonders in den Lokomotiv-Richthallen) fallen können. Beim Werk Schwerte, Abb. 1, hat man 1925 nur etwa ¼ der ursprünglich vorgesehenen 384 ıthallenstände erbaut[1a]).

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) Nr. 9 S. 293.

[a]) Vergl. „Organ“ Bd. 62 (1925) S. 429.

Verbesserungen des Arbeitsflusses

Der Arbeitsfluß eines Werkes nach Abb. 11 in Z. Bd. 65 (1921) S. 1189 wäre im übrigen wohl besser noch so abzuändern, daß die bis zuletzt lauffähigen Radsätze nicht, wie bisher, in einer Werkstatt zwischen Kesselschmiede und Lokomotiv-Richthalle 1, sondern — als die Reste beim Abbau und Anfänge beim Aufbau — in einer östlich der Richthallen belegenen, an- oder besonders gebauten Räderwerkstätte ausgebessert würden, die gegebenenfalls auch die Deichsel- und Drehgestelle, sofern sie nicht Triebgestelle sind, mit zu behandeln hätte. Die dann am besten wohl gleich unter ihren Drehgestellen (sofern solche vorhanden) abzufahrenden Tenderradsätze hätten damit allerdings einen weiteren Weg als früher zurückzulegen, falls man nicht besser für die nur nachzudrehenden Radsätze (also die Mehrzahl) eine eigene Bank in der Tenderwerkstätte aufstellt. Auf eine besondere Tenderwerkstätte kann auch ganz verzichtet werden, wenn die Wasserkästen in der Kesselschmiede und die Tenderuntergestelle in den Rahmenhallen mitbehandelt werden. Hiernach ist das in Abb. 2 dargestellte Werk entworfen, dessen Ausbesserhallen, wie schon früher vorgeschlagen, zu einem einzigen Gebäude ver-

zur Eisenbahn-Wohnsiedlung

a Einfahrt
b Kohlenbanse
c Geräteschuppen
d Drehscheibe
e Anheizschuppen
f Schiebebühnen
g Kupferschmiede
h Schreinerei
i Vorratstücke
k Abkocherei
l Waschraum
m Lokomotiv-Richthalle
n Maschinen-Werkstätte
o Stahllager
p Hauptlager
q Gelbgießerei
r Kesselschmiede
s Kraftwerk
t Schmiede
u Azetylenanlage
v Generatoranlage
w Rohrwerkstätte
x Kesselreinigung
y Sauerstoffanlage
z Pförtner
a_1 Lehrlingswerkstätte
b_1 Badeanstalt
c_1 Speiseanstalt
d_1 Verwaltung
e_1 Bahnhof Schwerte-Ost

Abb. 1
Ausbesserungswerk Schwerte.

Lok. u. Tender
Lokomotiven
Tender
Wasserkasten u. s. w.
Tenderuntergestelle
Kessel
Kesselausrüstung, Luftpumpen usw.
Stangen u. s. w.
Lok. Rahmengestelle
Achslagerkasten
Radsätze (Lok. u. Tender)

Abb. 2
Arbeitsfluß in einem Ausbesserungswerk nach Osthoff.

a Lehrlingswerkstätte
b Verwaltung
c Wohlfahrt
d Kraftwerk
e Kohlen
f Schrot
g Bleche
h Stahl
i Schmiede
k Gießerei
l Koks
m Radreifen

einigt sind, das auch noch Rohstofflager, Schmiede, Gießerei usw. mit umfassen könnte. In diesem Gebäude sind wieder die Lokomotiv-Richthallen zu einem einzigen, Rahmenhalle genannten Raume zusammengefaßt, dafür ist die mechanische Werkstätte geteilt und beiderseits der Rahmenhalle angeordnet.

Wegen des Lärmes im westlichen Teil (Kesselschmiede usw.) ist dieser gegen den östlichen Teil des Gebäudes durch eine schalldichte und zugleich feuersichere leichte Wand abzuschließen. Statt wie früher von Süd nach Nord verläuft der Arbeitsfluß in Abb. 2 zwecks Erleichterung späterer Vergleiche jetzt von Nord nach Süd.

Statt die Kessel für die Dampfprobe wie bisher mit Wasser zu füllen und durch Kohlenfeuer anzuheizen, kann man die leeren Kessel nach dem Vorbild des Ausbesserwerkes Swindon der Great Western-Bahn in England aus einem kleinen ortfesten Dampfkessel mit entsprechend hoch gespanntem Dampf füllen und prüfen. Diese wesentlich vereinfachte, jedoch völlig ausreichende Dampfprobe kann nunmehr, weil völlig sauber, unbedenklich in der Kesselschmiede selber vorgenommen werden, und die Kessel brauchen nicht mehr, wie früher, aus der Kesselschmiede nach der besonderen Halle mit Dampfprobeständen und zurück befördert zu werden, so daß der unschöne und teure „Abstecher" der Kessel in Abb. 13 der Z. Bd. 65 (1921), S. 1190, alsdann wegfällt.

Bei einer bahnamtlichen Untersuchung oder „Hauptausbesserung" von Eisenbahnfahrzeugen ist es in neuzeitlichen in- und ausländischen Werken jetzt wohl allgemein üblich geworden, die Fahrzeuge — in diesem Sonderfalle also Dampflokomotiven — grundsätzlich stets in ihre Einzelteile, also z. B. Führerhaus, Armaturen, Kessel, Triebwerk, Rahmen und Radsätze, zu zerlegen. In dem Werke nach Abb. 2 brauchen daher ältere Arbeitsverfahren nicht mehr mitberücksichtigt zu werden, und somit können die z. B. in der Rahmenhalle laufenden Krane für die Nord-Süd-Beförderung der Rahmengestelle einschließlich Dampfzylinder für eine Gesamttragkraft von rd 50 bis 60 t statt bisher 120 t bemessen werden. In einem langen Rahmenhallenschiff wird man daher statt bisher z. B. mit vier miteinander kuppelbaren Kranen von je 60 t Tragkraft jetzt entweder mit vier 30 t oder zwei 60 t tragenden Kranen auskommen können. Dadurch werden die Anlage- und Betriebskosten der Krane sehr verbilligt, hat man doch neuerdings[2]) für Richthallen mit darin zu befördernden vollständigen Lokomotiven zwei Laufkrane von 160 statt bisher 120 t Gesamttragkraft vorgeschlagen.

Für das Zerlegen (= Abbau) der Lokomotiven, das in dem Abrüstschuppen vorbereitet und in den Nord-Einfahrenden der Ausbesserhallen durchgeführt wird, sowie für das Zusammenbauen (= Aufbau), das in den Süd-Ausfahrenden der Ausbesserhallen vorgenommen wird, reichen die Tragkräfte der Krane ebenfalls aus. In großen Anlagen, besonders wenn Kesselschmiede und Tenderwerkstätte in besonderen Gebäuden untergebracht sind, empfiehlt es sich, an den Südenden der Hallen über den zwei oder mehr Aufbaugleisen noch besondere, leichte Zusatzkrane in der Gleisrichtung laufen zu lassen, wobei die Hallen-Südenden auch noch zu besonderen, quer und längs von Kranen bestrichenen Längs-Aufbauhallen ausgebaut werden können. Selbstverständlich ist aber bei diesem neuzeitlichen Arbeitsverfahren das früher allgemein übliche Verfahren, z. B. einen in der Kesselschmiede fertiggestellten und etwa durch das Mittelgleis in die Rahmenhalle gefahrenen Kessel dort ausnahmsweise auf sein Rahmengestell zu setzen, nur dann noch möglich, wenn die Krane der Rahmenhallenschiffe in gekuppeltem Zustand für die Weiterbeförderung von Rahmen und Kessel noch ausreichen.

Solche Lokomotiven, die im ganzen, z. B. zwecks Auswechselns einzelner oder aller Radsätze, gehoben werden müssen, können zweckmäßig mit zwei Laufkranen von je 60 bis 80 t Tragkraft oder, wohl billiger, mit zwei fahrbaren Dickertmann-Bockkranen gleicher Tragkraft[3]) schnellstens behandelt werden, die ein oder mehrere überdachte, am besten an das Umfahrungsgleis angeschlossene und zu der Räderwerkstätte günstig gelegene Nebengleise, in Abb. 2 mit „Schnellausbesserung" bezeichnet, bedienen. Die nur an ihren beiden äußersten Enden (mit einem dritten Krane könnten die Rahmen auch noch in der Mitte angehoben werden) erfaßten Rahmengestelle sollten stets, schon weil die Lokomotiven nach Entgleisungen auf freier Strecke meist auch nur an den beiden Rahmenenden hochgewunden werden können[4]), sehr steif gebaut sein. Vollständige, nur an den beiden Enden erfaßte Lokomotiven müssen ohne Rahmenverbiegungen hochgehoben werden können.

An Stelle der „Nebengleise" können auch ein oder mehrere Gleise des Anheizschuppens mit den beiden Bockkranen zum Achswechseln eingerichtet werden. Ganz ausnahmsweise längere Zeit auf Radsätze wartende Lokomotiven werden zweckmäßig auf Rollwagen gesetzt und an passenden Stellen — zur Not im Freien — abgestellt. Einzelne Radsätze werden mit Hilfe einer Plattform ausgewechselt, die mittels eines einzelnen Bockkranes in eine nur 1,7 m tiefe Grube abgelassen werden kann. Diese Achswechselstellen lassen sich auch sehr gut zu einer besonderen Werkabteilung für „Zwischenausbesserung" ausbauen, in der Pumpen, Vorwärmer usw. ausgewechselt werden können. Kann hierfür der „Anheizschuppen" mit seiner nur etwa 22 Gleise bedienenden Drehscheibe nicht genügend Stände abgeben, so kann man unbedenklich einzelne Stände um das Doppelte und mehr verlängern, da die Drehscheibe eines solchen Schuppens, der ja meist noch tagelang von denselben Fahrzeugen besetzte Lackierstände enthält, nicht so oft benutzt wird, wie z. B. bei den Schuppen der Betriebswerke. Reichen auch solche Anbauten nicht aus, so kann statt des Ringschuppens ein Rechteckschuppen mit durch Schiebebühne bedienten, erheblich zahlreicheren Ständen oder es kann ein zweiter Ringschuppen gebaut werden.

Über den Wettbewerb zwischen Schiebebühnen und Laufkranen sei außer dem bereits 1921 Gesagten noch folgendes bemerkt:

Schiebebühnen haben den großen Vorteil, daß man mit lauffähigen, aus eigener oder fremder Kraft bewegten Fahrzeugen ohne weiteres auf die Bühnen auf- und wieder von ihnen abfahren kann. Bei Beförderung mit Laufkranen müssen die Fahrzeuge zunächst mit schweren und unhandlichen Querträgern unterfangen werden. Es besteht, falls die Radsätze unter den Fahrzeugen verbleiben sollen, ferner die Gefahr, daß die beim Hochheben sich zunächst mit ihren Achsschenkeln auf die sehr schmalen flußeisernen Rippen der Achslager-Unterkästen absetzenden Lokomotivradsätze hierdurch in ihren sehr empfindlichen Gleitflächen beschädigt und ferner die Federn der an Stelle der Unterlagerschalen vorhandenen Schmierpolster lahm gedrückt werden, so daß dann z. B. infolge mangelhafter Schmierung die Achslager heißlaufen können.

Aus diesen Gründen findet man in allen, nicht mit Weichen angeschlossenen Schuppen und Hallen, in denen betriebsfähige Lokomotiven oder allgemein betriebsfähige Gleisfahrzeuge untergestellt oder aus ihnen abbefördert werden, niemals Laufkrane als Fördermittel sondern stets Schiebebühnen oder noch häufiger Drehscheiben. In einem Ausbesserungswerk nach Abb. 2 werden betriebslauffähige Lokomotiven oder allgemein Gleisfahrzeuge oder noch lauffähige Reste davon in diesem Zustand nur im Anheizschuppen und in der Räderwerkstätte untergestellt. Nur an diesen beiden Stellen verdiente also die früher in allen Ausbesserungswerken als völlig unentbehrlich angesehene Schiebebühne den Vorzug vor einem Laufkran. Aber im Anheizschuppen wird die Schiebebühne, falls der Schuppen nicht mehr als etwa 22 Gleise zu erhalten braucht, zweckmäßig durch eine Drehscheibe ersetzt, da ein Teil der Lokomotiven und Tender auch um 180°

---

[2]) Vergl. „Organ" Bd. 62 (1925) S. 377.

[3]) Vergl. „Organ" Bd. 64 (1927) S. 319 und VDI-Nachrichten Bd. 7 (1927) Nr. 52 S. 3.

[4]) Vergl. „Organ" Bd. 64 (1927) S. 405.

Abb. 3
Gelenkiges Laufkranjoch für die Beförderung von Personenwagenkasten.

lreht werden muß. In der Räderwerkstätte lassen sich Radsätze ebenso bequem oder noch besser mit Laufnen befördern, die ja ohnehin zum Heben der Radsätze die verschiedenen Arbeitsmaschinen, z. B. Drehke, Hämmer usw., erforderlich sind.

In einem Wagenausbesserungswerk entfällt das Dreder Wagen um 180°, und deshalb kann der dem leizschuppen entsprechende Abstellschuppen für fer- Wagen durch eine offene oder überbaute Schiebene an Stelle der Drehscheibe bedient werden. Ist der tellschuppen der Wagen zugleich Lackiererei, muß also zahlreiche gut heizbare und möglichst staubfreie nde enthalten, so scheidet die Drehscheibe mit ihren en Schuppentoren aus, und es verbleibt einzig und lin die überbaute Schiebebühne, die nur zwei oder so- nur ein Tor hat und zahlreiche Stände bedienen kann.

Hilfsvorrichtungen für den Kranbetrieb

Die einzelnen Teile der Lokomotiven, z. B. Rahmenelle mit Radsätzen, gelangen auf den Abbaugleisen r in lauffähigem Zustand in die Rahmenhalle. Da in dieser Halle nur die Rahmen untergestellt, die sätze dagegen auf den Abbaugleisen auf kürzestem e in die Räderwerkstätte weiter gerollt werden n, so muß die Nord-Süd-Beförderung der hier durch Abheben von ihren Radsätzen laufunfähig geworn Rahmengestelle in der Rahmenhalle mit Laufkranen gen. Rahmengestelle und auch Kessel etwa durch etzen auf besondere Rollwagen oder dergl. für die l-Süd-Beförderung mit Schiebebühnen oder Gleisen in Ausbesserhallen wieder lauffähig herzurichten, wäre ehlt, da allein schon für das Umsetzen der Kessel von Rahmengestellen oder der Rahmengestelle von den Radn auf die Rollwagen Krane gleich großer Tragkraft derlich wären. Es dürfte vielmehr anzustreben die beim Kranbetrieb erforderlichen Drahtseilgurte besonders die unhandlichen Querträger oder dergl. lie Nord-Süd-Beförderung von Kesseln, Rahmengestel- sw. entbehrlich zu machen.

Zum schnellen Abheben der Wagenkasten der eleken Personen-Triebwagen von ihren Drehgestellen zt man z. B. in dem französischen Ausbesser- La Garenne (Genaueres unten) zwei je an einer katze aufgehängte, dem Querschnitt der Wagenn angepaßte Joche mit zwei zur Seite klappbaren rhten Schenkeln, Abb. 3. Diese beiden Joche werden von oben her in aufgeklapptem Zustand über den Wagenkasten abgelassen; nach dem Einklappen der Schenkel fassen dann deren Haken von unten her unter die äußeren Langträger des Kastens. In dem deutschen Ausbesserungswerk Niederschöneweide (Genaueres unten) werden zwei starre Joche, Abb. 4, benutzt, die so tief über den Wagenkasten abgelassen werden, daß kurze Querschieber — ähnlich wie bei den Kuttruff-Hebeböcken — von außen her unter die äußeren Langträger des Wagenkastens geschoben werden können. Gegenüber den unhandlichen Querträgern unter den Wagenkasten bedeuten die gelenkigen und besonders wohl die starren Joche über den Kasten bereits einen erheblichen Fortschritt in der schnellen und bequemen Wagenkasten-Beförderung.

Tragkräftige Langträger unter den Außenkanten der Wagenkasten, wie solche bei den (auch in La Garenne und Niederschöneweide behandelten) Personenwagen wohl allgemein üblich sind, sind bei den zweiachsigen Güterwagen nicht vorhanden. Hier müßten also, falls auch beladene Wagen — wie in den Betriebswerken die Regel — z. B. zwecks Achs- oder Tragfederwechsels angehoben werden sollen, die Haken oder Schieber unter die viel weiter nach innen zu, nämlich über den Tragfedern, befindlichen Lang-(Haupt-)träger fassen. Die Haken oder Schieber würden hier also sehr lang (etwa 600 mm), und die Schenkel und Joche für das Heben auch beladener Güterwagen entsprechend steifer zu machen sein.

Weil sie handlicher und billiger sind, hat man z. B. für die Dickertmann-Bockkrane einfache Haken verwendet, die zu zweien unter die Kopfträger der — meist beladenen — Güterwagen fassen. Auch diese Haken, die für die zur Zeit vorhandenen deutschen Güterwagen wegen der vielartigen an die Kopfträger angebauten Griffe usw. eine Nasenlänge von etwa 400 mm haben müssen, sind noch verhältnismäßig schwer. Sie könnten durch die sehr handlichen, an einem Drahtseil hängenden gewöhnlichen Kranhaken ersetzt werden, wenn an den Wagengestellen passende Ösen zum Einhängen der Haken vorhanden wären. Solche Ösen ließen sich z. B. aus den unten an den Güterwagen-Kopfträgern sitzenden sogenannten Seilösen zweckmäßig derart entwickeln, daß Kranhaken von oben her, Spillhaken von den Kopfseiten her eingehängt und Handwinden z. B. bei Ausbesserungen, Eingleisungen usw. rutschfest von unten her angesetzt werden könnten.

Abb. 4
Laufkran mit starren Jochen für die Beförderung von Personenwagenkasten.

Bringt man nicht nur an den Kopfträgern der Rahmengestelle von Güter-, Gepäck- und Personenwagen Ösen oder sonstige Öffnungen zum bequemen Einhängen von Kranhaken an, sondern versieht man auch die Einzelteile von Tendern und Lokomotiven, z. B. Wasserkästen, Untergestelle, Führerhäuser, Pumpen, Vorwärmer, Kessel, Rahmengestelle, Drehgestelle usw., mit ihnen, so lassen sich diese Einzelteile mit Kranen ebenso schnell und bequem befördern wie früher die lauffähigen Teile mittels der sehr viel Hallengrundfläche beanspruchenden Schiebebühnen. Elektrische Maschinen und Apparate von einer gewissen Größe an aufwärts sind schon seit Jahrzehnten ohne Kranösen undenkbar, obwohl sie hier nicht so häufig benutzt werden können wie an den Eisenbahnfahrzeugen.

Weitere Vereinfachungen

Da Kessel, Rahmengestelle und Wagenkasten in nur gemäß dem Arbeitsgang nach Abb. 2 benutzten Ausbesserhallen stets in nicht mehr lauffähigem Zustand (ohne Radsätze) untergestellt werden, so haben dort — außer den Schiebebühnen — auch die bisher in Richthallen allgemein üblichen Aufstellgleise, die meist mit Arbeitsgruben versehen waren, ihre Daseinsberechtigung verloren. An deren Stelle hatte ich schon 1921 lose gußeiserne Hohlklötze vorgeschlagen, die zwar völlig freizügig und auf drei verschiedene Stützhöhen einstellbar sind, wegen ihrer Schwere jedoch mit Laufkranen versetzt werden müssen.

Das bei dem früher üblichen, längere Zeit dauernden Abstellen ganzer Lokomotiven im Querstand angestrebte Ausfüllen der durch die sehr verschiedenen Längen der einzelnen Lokomotiven bedingten Lücken durch einzelne, im Längsstand abgestellte Lokomotiven ist jetzt bei dem fließenden Arbeitsgang der Rahmengestelle wohl nicht mehr so dringlich; man könnte vielleicht bei Vorhandensein von vier Kranösen einzelne zum Ausfüllen der Lücken besonders geeignete, also kurze Lokomotiv- oder Tender-Rahmengestelle noch an einem einzigen, auf Kugeln gelagerten Kranhaupthaken aufhängen, mit der Hand um 90° drehen und dann abstellen. Der früher zum Vordrehen einzelner Lokomotiven vorgeschlagenen Schräggleise bedarf es alsdann nicht mehr.

Allgemeines über Arbeitsfluß und Fördermittel

Bei dem Arbeitsfluß durch die Ausbesserhallen sind überall dort, wo es nach dem heutigen Stande der Technik zweckdienlich ist, als bestes Fördermittel gleichförmig oder ruckweise bewegte Förderbänder oder -bahnen (auch die Ab- und Aufbaugleise mit ihren Zugvorrichtungen wie Spills, Elektroschleppern usw. sind als solche zu betrachten) anzuwenden. Im übrigen werden schwere Einzelteile zweckmäßig mit Laufkranen, leichte mit Elektrohängebahnen oder völlig freizügigen Elektrokarren, Hubförderwagen oder dergl. befördert. Laufkrane und Hängebahnen mit Förderkorb haben den Vorteil, daß sie keine Hallengrundfläche beanspruchen und die Werkstücke von oben her gleich arbeitsgerecht auf die Werktische legen können.

Die Länge der Ausbesserhallen richtet sich nach den Arbeitsgängen der schweren Einzelteile, z. B. der Kessel, Rahmengestelle, Wagenkasten usw. Länger als 200 bis 300 m wird man jedoch Kranhallen nicht gern wählen. Genügt bei dieser Länge ein in seiner Breite nach der Länge z. B. der Kessel bemessenes Kranfeld nicht, um z. B. alle Kessel aufzunehmen, so werden wohl besser mehrere parallele Kranfelder angeordnet, als mehrere Kessel auf einem Arbeitsplatz aufgestellt. Dadurch entstehen zwar längere Rollwege (genaueres unten) auf den Ab- und Aufbaugleisen, aber die Arbeitswege in den Hallen werden kürzer, weil das Überspringen (= Zubringewege) andrer Kessel wegfällt. Bei Lokomotiv-Ausbesserwerken wird man nicht gern auf ein Umfahrungsgleis verzichten, auf dem die Lokomotiven und Tender um 180° gedreht werden können und das auch als Probefahrtgleis für langsam fahrende Lokomotiven usw. dienen kann, wenn es im Westen, Abb. 2, zu einer Ringbahn ausgebaut wird. Da der Halbmesser der von Lokomotiven befahrenen Gleisbogen nicht kleiner als 180 m sein soll, so würde man als Länge der Ausbesserhallen nach Abb. 2 etwa 250 m erhalten. Bei Ausbesserwerken für Wagen könnten stärker gekrümmte Gleisbogen verwandt, also die Hallen kürzer werden. Da die Ausbesserhallen für leichte Einzelteile ebenfalls an die Ab- und Aufbaugleise angeschlossen sind, so müssen sie ebenso lang wie die der schweren Teile sein. Sind die Arbeitswege der leichten Einzelteile kürzer als die Hallenlänge, so kann man zwei oder mehr Arten von Einzelteilen in einer solchen Halle hintereinander statt in zwei oder mehr kurzen Hallen nebeneinander ausbessern.

Da das Fortbewegen schwerer Teile teurer ist als bei gleich vielen leichten Teilen, so werden die schweren Teile auf einer der Kranbahn angepaßten, möglichst kurzen, also geraden Linie befördert, und dem dadurch bedingten oder festgelegten Arbeitsweg der schweren Teile wird dann der Arbeitsgang für die leichten Teile angepaßt, d. h. für die leichten Teile müssen vielfach weitere Wege und Umwege mit in Kauf genommen werden. Hierbei kann es auch vorkommen, daß der Arbeitsweg von Einzelteilen rechtwinklig zum Arbeitsweg der Hauptteile steht oder sogar in entgegengesetzter Richtung verläuft.

Fallen z. B. sehr viele leichte und nur wenige schwere Einzelteile an, so wird der Arbeitsweg der schweren Teile dem möglichst geradlinigen und kurzen der ersteren anzupassen sein. Haupterfordernis beim Festlegen der einzelnen Arbeitsgänge ist, daß die Gesamtförderkosten so klein wie möglich werden.

Aus dem stets nur in einer Richtung (in Abb. 2 von Nord nach Süd) verlaufenden Arbeitsfluß ergibt sich einmal, daß zwei und mehr auf demselben Gleise in einer Halle laufende Krane — ähnlich wie Förderbänder — hintereinander geschaltet werden können derart, daß z. B. der eine Kran stets nur die nördliche, der andre nur die südliche Hallenhälfte bedient. Auf diese Weise können sich die beiden Krane nur an den schmalen Überschneidungsstellen ihrer Felder, also selten, behindern. Zum andern ergibt sich, daß die Wege der Krane je Halle mindestens doppelt so lang sind wie die der Einzelteile, und daß die Krane ähnlich wie Förderbänder nur in der Arbeitsflußrichtung belastet sein können (wobei weitaus die Mehrzahl derart gerichteter Fahrten Lastfahrten sind), daß sie dagegen in der Gegenrichtung ständig leer fahren müssen. Hierzu kommt als Drittes noch, daß die Einzelteile austauschbar und Vorräte davon vorhanden sein müssen, damit einzelne, besonders langer Ausbesserzeit bedürfende Teile ohne weiteres durch Vorratstücke ersetzt werden können und somit die rasche und termingemäße Fertigstellung der Fahrzeuge nicht verzögert wird.

Da Laufkrane mit großer Spannweite schwer sind, also viel Strom verbrauchen, so muß man versuchen, die Leer- und natürlich auch die Lastfahrten dadurch zu verbilligen, daß man möglichst leichte, d. h. viele kurze Krane, also viele schmale Kranfelder oder an deren Stelle Hängebahnen, Elektrokarren oder Förderbänder benutzt. Man kann ferner die Wege der Krane um die Hälfte verkürzen und die Leerfahrten vermeiden dadurch, daß man den Arbeitsfluß nicht geradlinig, z. B. von Nord nach Süd, sondern U-förmig von Nord nach Süd und wieder zurück nach Nord anlegt. Für Eisenbahnfahrzeuge müßten dann Abbau- und Aufbaugleise nebeneinander (in Abb. 2 an den Nordenden der Hallen) gelegt werden, was ohne weiteres möglich wäre. Damit man aber den U-förmigen Arbeitsfluß z. B. eines langen schweren Lokomotiv-Rahmengestells mit einem einzigen, alsdann in beiden Fahrrichtungen wohl gut belasteten Laufkran (oder Laufkranpaar) bedienen kann, müßte dieser so lang wie zwei der Länge nach aneinandergereihte Rahmengestelle, also außerordentlich schwer, werden.

Daher erscheint für lange, schwere Eisenbahnfahrzeuge vorläufig wohl der geradlinige, die stets einzeln oder paarweise in niedrigen Hallen verwandten Krane allerdings nur in einer Richtung belastende Arbeitsfluß der Haupt- und damit auch der Nebenteile als der billigste und ohne Zweifel auch übersichtlichste. Auch die aus schnell entleerbaren Güterwagen mit Seitenklappen be-

.ehenden und in ungestörtem und sehr schnellem Ar-
eitsfluß verkehrenden Pendelzüge haben, obwohl sie
ıeist nur in einer Richtung beladen sind und in der
ndern leer fahren, ihre erhebliche Überlegenheit über
ewöhnliche Züge erwiesen, deren gewöhnliche Wagen
uch auf der Rückfahrt beladen sind.

Vielfach bedingt die Art der Arbeitsausführung
rößere Umwege der Einzelteile. So ist es z. B. bisher
icht gut möglich, ölige Einzelteile in der Kranhalle
›lber zu reinigen, solange dazu die viel Dunst ent-
ickelnden Abkochereien erforderlich sind. Es ist daher
ızustreben, statt solcher andre Arbeitsverfahren zu ent-
ickeln oder neu zu schaffen, die, wie z. B. das Abprö-
ɜn der Lokomotivkessel mit fremdem Dampf, un-
›denklich neben den andern sauberen Arbeiten in den
ranhallen ausgeführt werden können. Selbst in reinen
eubau-Werken z. B. in Maschinenfabriken, die bezüglich
rer Arbeitsgänge im allgemeinen unter viel einfacheren
ɜdingungen als Ausbesserwerke arbeiten, lassen sich
·umme Wege oder Umwege der Einzelteile, die aber
itunter nur als Schönheitsfehler zu betrachten sind,
.cht vermeiden. Nach diesem, aus amerikanischen Fa-
·iken seit längerem bekannten, außerordentlich ein-
:chen und übersichtlichen Neubau-Arbeitsverfahren, bei
›m die Einzelteile in besonderen, parallel zueinander
ıgeordneten Neubauhallen hergestellt und in einem zu
n Längsachsen der Fertigungshallen rechtwinklig an-
›ordneten Arbeitsfluß zu fertigen Maschinen zusammen-
·baut werden, beabsichtigte in der Inflationszeit eine
ıtsche Lokomotivfabrik ihr in bezug auf den
.·beitsfluß veraltetes Werk neu zu erbauen. Späterer
.·beitsmangel hat jedoch diesen Plan zunichte gemacht.

Auch des Verfassers Ausbesser-Arbeitsverfahren[5]),
i dem seinerzeit sowohl das dem Aufbauverfahren
›rade entgegengesetzte Abbauverfahren in einem recht-
ınklig zu den einzelnen Ausbesserhallen angeordneten
.·beitsfluß als auch die Vereinigung des Abbauflusses
ıt dem Aufbaufluß, zwischen denen die hauptsächlich
ɾr Ausbesserung alter, aber auch der Anfertigung neuer
Inzelteile dienenden Bearbeitungswerkstätten liegen,
ɾu waren, ist kurz und übersichtlich (man vergleiche
; B. den Weg der Kessel in Abb. 2 mit deren
'egen in Abb. 7, S. 1187 und Abb. 9, S. 1188 in Z.
il. 65 (1921) sowie in Abb. 3, S. 911 in Z. Bd. 66 (1922).

[5]) DRP Nr. 361 045.

Das Verfahren läßt sich jedoch nur in einem von Grund aus neu zu bauenden Werke vollkommen durchführen. Da neue Werke sehr viel Geld kosten, sind Neubauten entsprechend selten, und man hat daher schon bestehende Werke durch Einführung von Fließarbeit (Arbeitsgang) und Serienarbeit (Arbeitsverfahren) z. T. mit geringen Mitteln soweit wie eben möglich verbessert mit dem Erfolg, daß das Ausbringen ganz erheblich gestiegen ist. In solchen umzustellenden Werken können z. B. bereits vorhandene Gleise, die statt an den zwei Enden an andern Stellen durch die Ausbesserhallen führen, als Ab- und Aufbaugleise benutzt werden, oder es können Ein- und Ausfahrgleise nebeneinanderliegen oder sogar zusammenfallen. Der Arbeitsgang in solchen Werken vollzieht sich dann zwar ebenfalls auf einer Geraden, die aber im Vergleich zu Abb. 2 nicht einmal, sondern bis zu zweimal durchlaufen wird.

Die Rohstofflager für Holz, Stahl usw., sowie die allgemeinen Werkstätten, wie Schmiede, Gießerei, Abkocherei usw., liegen in einem Ausbesserungswerk nach Abb. 2 am besten längs der Abbaugleise, so daß einmal die aus den Rohstoffen, z. B. in der Schmiede, neu angefertigten Ersatzteile sich dem Arbeitsfluß in den einzelnen Ausbesserhallen, z. B. in der Maschinen-Werkstätte, schnell und zwanglos einfügen und zum andern die beim Abbau anfallenden und z. B. in der Schmiede auszubessernden Teile kurze Hinwege zu und kurze Rückwege von der Schmiede haben. Schrotbansen sollten mit Gleisanschluß möglichst nahe den Anfallstellen, also z. B. der Schmiede, Gießerei angelegt werden. In den Ausbesserhallen anfallender Schrot wird zweckmäßig zur Belastung der leerfahrenden Krane entgegen dem allgemeinen Arbeitsfluß in die Nähe der Abbaugleise geschafft und dort gestapelt, so daß in Abb. 2 alle Schrotbansen nördlich der Abbaugleise liegen.

Die einbaufertig ausgebesserten alten oder angefertigten neuen Teile können zweckmäßig an den Aufbauenden der Ausbesserhallen etwa längs der Gleise gelagert werden, und zwar am besten wohl sehr schwere Teile in den Kranfeldern selbst, leichtere Teile außerhalb der von den Kranhaken bestrichenen Räume, also längs der Kranbahnstützen oder südlich der Aufbaugleise. Die Lagerbestände sollten stets, um an dem in Kranfeldern besonders wertvollen Raum und vor allem an Zinsen zu sparen, so gering wie eben möglich gehalten werden.

Abb. 5
Ausbesserungswerk Niederschöneweide.
a Waschschuppen *b* Ausbesserhallen

Ausbesserwerk Niederschöneweide

Es leuchtet ein, daß das neue Ausbesser-Arbeitsverfahren, das mir selbst 1921 noch so umwälzend vorkam, daß es zunächst erst mit den älteren Verfahren zusammen oder als Parallelbetrieb in ein und demselben Ausbesserwerk ausgeübt werden sollte[6]), eine geraume Zeit gebraucht hat, um sich gegen die bei allen Neuerungen unvermeidlichen Bedenken durchzusetzen. Als erste haben sich die Finnischen Staatsbahnen nach in europäischen und amerikanischen Eisenbahnwerkstätten an Ort und Stelle gesammelten Erfahrungen für das fragliche Arbeitsverfahren in der Hauptsache entschieden, das in einem schon seit längerer Zeit geplanten Neubau eines Ausbesserwerkes für Dampf- und elektrische Lokomotiven ausgeführt werden soll. In diesem Werke sollen u. a. unterirdische Fahrtunnel angelegt werden zur schnellen Beförderung von leichteren Einzelteilen, z. B. nach und von der Schmiede, Härterei, Gießerei, Abkocherei, dem Vorratslager usw., mit Elektrokarren oder dergleichen.

In Deutschland konnte einmal infolge des in den Jahren nach dem Weltkriege ganz erheblich gesteigerten Ausbringens der Ausbesserwerke eine Reihe von älteren Werkstätten als entbehrlich geschlossen werden,

[6]) Vergl. auch „Das Eisenbahnwerk" 1922. S. 227 und 228.

Abb. 6 bis 8
Abstellböcke für Wagenkasten.

zum andern vor allem fehlte es an Geld, um vielleicht hier und da ein leistungsfähiges neuzeitliches Werk erbauen und dafür eine weitere Anzahl veralteter Werkstätten eingehen lassen zu können. Erst die im Sommer 1926 endgültig beschlossene Umstellung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen von Dampf- auf elektrischen Betrieb und damit die Aufgabe, eine große Anzahl bisher noch nicht vorhandener Triebwagen unterhalten zu müssen, hat den Neubau eines Triebwagen-Ausbesserwerkes in Groß-Berlin (in Niederschöneweide) zur unumgänglichen Notwendigkeit gemacht. Der Grundriß dieses Werkes[7]), Abb. 5, entspricht vollkommen dem Arbeitsverfahren des Verfassers zum Ausbessern von auf Gleisen laufenden Fahrzeugen, das in diesem Sonderfall natürlich den bei der Ausbesserung von elektrischen Triebwagen aufkommenden Arbeiten angepaßt ist.

Die Triebwagen gelangen in Halbzügen von je vier Wagen auf der Nordseite des Werkes in den zweigleisigen, dem Abrüstschuppen der Abb. 2 entsprechenden Waschschuppen *a*, wo sie gründlich gereinigt werden, und wo man die Verbindungen zwischen Wagenkästen und Drehgestellen löst. Von hier werden die Wagen auf zwei Gleisen mit elektrischen Schleppern in die Nordenden (Abbaustellen) der im Lichten 182 m langen, etwa der Kesselschmiede in Abb. 2 entsprechenden zwei Ausbesserhallen *b* für Wagenkasten gezogen. In jeder Halle dient ein Laufkran mit je zwei Katzen von je 15 t Tragkraft erstens zum Abheben der Wagenkasten von ihren Drehgestellen (Abbau), zweitens zum Befördern der nicht mehr lauffähigen Wagenkasten in (ruckweise) fließendem Arbeitsgang von einem Arbeitsplatz zum andern, d. h. in südlicher Richtung durch die Ausbesserhallen hindurch, und drittens zum Wiederaufsetzen der fertigen Wagenkasten auf fertige Drehgestelle (Aufbau) in den Südenden der Wagenhallen.

In ihren keine besonderen schnellfahrenden Leichtkrane aufweisenden Ausbesserhallen werden die Wagenkasten mit starren Laufkranjochen nach Abb. 4 im Querstand auf Böcke mit umklappbarem Oberteil nach Abb. 6 bis 8 abgestellt, die je nach Art der vorzunehmenden Arbeiten zwei verschiedene Höhenlagen (1750 und 850 mm) der Wagenkasten ermöglichen. Die Böcke mit federnd gelagerten Rädern lassen sich entsprechend den verschiedenen, 10,075 bis 20,316 m betragenden Längen der hier anfallenden Wagenkasten auf Laufbahnen aus **I**-Trägern mit der Hand leicht verfahren und festklammern, wodurch sie sich als den schweren Hohlklötzen erheblich überlegen zeigen. Weil die Arbeiten an den im Vergleich zu Lokomotiven sehr einfachen Wagenkasten eine Veränderlichkeit der lichten Zwischenräume zwischen den Kasten nicht erfordern, so genügt es hier, wenn die Böcke auf quer zu den Hallenlängsachsen verlegten **I**-Trägern verfahrbar sind.

Gleise sind an den Ausbesserständen nur an wenigen Stellen, nämlich dort vorhanden, wo die Kasten, z. B. zwecks Vornahme von Blech- oder Dacharbeiten vorübergehend in das westliche, ebenfalls mit einem Laufkran nach Abb. 4 ausgerüsteten Seitenschiff gebracht werden müssen, der Arbeitsgang der Wagenkasten also mitunter von der graden Linie abweicht. Für diesen Quertransport von einem Hallenschiff zum andern und zurück werden die Wagenkasten durch Aufsetzen auf Rollwagen vorübergehend lauffähig gemacht. Die an den mit Gleisen versehenen Arbeitsständen befindlichen Abstellböcke können auch mit ihren Unterteilen profilfrei zur Seite geklappt werden. Arbeitsgruben sind in den Ausbesserhallen für Wagenkasten nicht vorhanden, sondern die Arbeiten unten an den Fahrzeugen werden, wie bereits 1921 vorgeschlagen, von ebener Erde aus vorgenommen.

Aus den auf den Abbaugleisen in die nächste Halle mit Elektroschleppern beförderten Drehgestellen werden dort mit Kranen die Motoren ausgebaut, die nebst der übrigen elektrischen Ausrüstung in dieser Halle ausgebessert werden.

In der nächsten Halle, die etwa den Rahmenhallen in Abb. 2 entspricht, werden dann auf den Abbaugleisen die Drehgestellrahmen mit Kranen von den Radsätzen abgehoben und in der nördlichen Hallenhälfte die Radsätze und in der südlichen Hälfte die Drehgestellrahmen ausgebessert, nachdem sie zunächst in einer nördlich der Abbaugleise gelegenen Abkocherei gereinigt worden sind. Während im allgemeinen Radsätze und Drehgestellrahmen mit Laufkranen auf ihre einzelnen Bearbeitungsplätze befördert werden, wird zum Zerlegen und Zusammenbauen der Drehgestellrahmen der Regelbauart eine Förderbahn benutzt.

An den Südenden der Ausbesserhallen werden die Fahrzeuge auf drei Gleisen mit den Kranen der entsprechenden Hallen wieder folgerichtig — und zwar in umgekehrter Reihenfolge (Ost-Westrichtung) wie beim Abbau — aus Radsätzen, Drehgestellrahmen, Motoren und Wagenkasten zusammengebaut, genau wie in Abb. 2 die Lokomotiven. Draußen werden dann über Arbeitsgruben in den Gleisen die Bremsen von unten her eingestellt und die Wagen zu den für die Probefahrt fertigen Zugeinheiten zusammengekuppelt. Müssen Wagen neu lackiert werden, so gelangen sie aus den Ausbesserhallen zunächst in die dem Anheizschuppen in Abb. 2 entsprechende Lackiererei, für die hier die überbaute Schiebebühne das einzig richtige Fördermittel darstellt. Für etwaige Schnellausbesserungen usw., z. B. an Probefahrtwagen, hat die östliche Gleisgruppe der Lackiererei Arbeitsgruben.

Die an den Abbaugleisen liegenden Rohstofflager befinden sich in möglichster Nähe ihrer Verbrauchstellen — also z. B. das Stahllager nördlich der Schmiede sowie der Motoren- usw. Werkstatt, das Holzlager westlich der Holzbearbeitungshalle. Die Vorratslager an einbaufertigen mittelgroßen Teilen, z. B. Motoren, liegen nicht in den wertvollen Kranfeldern, sondern südlich davon und längs den Aufbaugleisen, also ebenfalls in nächster Nähe der Einbaustellen. Für kleine Vorratsteile sind passende Räume, z. B. unter Tribünen usw., in den Hallen ausgenutzt.

[7]) Vergl. Glasers Annalen, Jubiläums-Sonderheft (1927) S. 236.

Die nächste Erweiterung des z. Z. gemäß dem in Abb. 5 [...]k ausgezogenen Umriß für die Unterhaltung von etwa [...]) Trieb- und Beiwagen bemessenen Werkes ist so ge[...]ht, daß durch Anbau einer weiteren Ausbesser[...]e auf der Westseite im ganzen drei Wagenhallen und [...]ch Anbau einer Halle auf der Ostseite eine weitere [...]rbeitungswerkstätte geschaffen werden. Alsdann [...]nen 1600 Wagen unterhalten werden. Im Osten ist noch [...]ände für Erweiterung des Werkes auf etwa das [...]pelte vorhanden.

Die beim Entwurf des Werkes verfolgte Absicht, alles [...]möglichst kurzem und ungehindertem Flusse von den [...]bau- nach den Aufbaugleisen hin — durch die einzelnen [...]sbesserhallen hindurch — wandern zu lassen, ist also [...]h hier auf derselben Grundlage wie in Abb. 2 er[...]cht. Infolgedessen ließ sich die auf Grund sorgfältig [...]gestellter Arbeitsdiagramme errechnete Dauer der nach [...]rücklegen von je 100 000 km vorzunehmenden bahnamt[...]en Untersuchung der Wagen auf nur 6½ Tage, und, [...]s Lackieren erforderlich ist, auf 10½ Tage herab[...]cken.

Der Aufbau des ganzen Werkes hat etwa 12 Mill. ℳ [...]ostet.

Ausbesserwerk La Garenne

Auch die französischen Staatsbahnen haben in den [...]ten Jahren für elektrische Triebwagen ein in La Ga[...]ne bei Paris belegenes Ausbesserwerk, Abb. 9, erbaut[8]). [...] Triebwagen werden hier mittels einer in Halle *A*, [...]b. 10, befindlichen, 25 m langen Schiebebühne auf die zum [...]ßten Teil mit Arbeitsgruben versehenen Richtgleise in [...]le *B* befördert. In dieser Halle läuft auf einer unteren [...]an ein Kran mit einer 10 t tragenden Katze und auf [...]r oberen Bahn laufen zwei Krane mit je zwei 20 t [...]genden Katzen, die mit Hilfe der (den unteren Leicht[...]n wohl oft störenden) Joche nach Abb. 3 die Wagen[...]ten von ihren Drehgestellen abheben, abstellen und [...]ter nach Ausbesserung ihrer unteren Teile auf den [...]htständen wieder auf fertiggestellte Drehgestelle [...]zen. Die auszubessernden Drehgestelle werden auf den [...]htgleisen aus Halle *B* in Halle *C* gerollt, in der sich [...]nfalls Arbeitsgruben in den Gleisen befinden und in [...] zwei Krane mit je einer 10 t tragenden Katze laufen. [...]r werden die Motoren usw. aus- und später wieder [...]zebaut, sowie die Drehgestelle ausgebessert, im Prüf[...]l am Nordende der Halle *C* elektrisch untersucht und [...]ter wieder in die Halle *B* gerollt.

In der nächsten Halle *D* befindet sich die Maschinen[...]rkstätte. Ihre westliche Hälfte wird von zwei Kranen [...] je einer 10 t tragenden Katze bestrichen, die öst[...]e Hälfte hat ein Obergeschoß und darin Abteilun[...] für leichtere Arbeiten wie Spulenwickelei usw.

Man erkennt, daß, abgesehen von der Schiebebühnen[...]le *A*, der Grundriß der Anlage nach Abb. 10 dem nach [...]. 5 ähnlich ist. Es fehlen eigentlich nur die Verlän[...]ungen der nördlichsten und südlichsten Richtgleise [...] Weiterrollen der Drehgestelle bzw. Radsätze aus [...]le *C* bis in Halle *D* hinein und wieder zurück. [...]r das Werk in La Garenne wird (nach bisher [...]emein üblichen Grundsätzen) ganz anders be[...]ben wie das in Niederschöneweide. Es werden vor [...]m die Gleise an den Hallenenden nicht ständig und

[8]) Vergl. Revue générale des chemins de fer Bd. 45 (1926) S. 260 [...] ETZ Bd. 48 (1927) S. 1463.

Abb. 10
Ausbesserungswerk La Garenne.

ausschließlich zum Abbau und Aufbau benutzt, sondern die Wagen und Drehgestelle werden auf jedem der in den Hallen *B* und *C* befindlichen Richtgleise ab- und wiederaufgebaut, wobei ihr Schmutz sich in den Gleisgruben sammelt. Im wiederhergestellten Zustand bedürfen die Wagen einer Schiebebühne, um von den einzelnen Richtgleisen auf das Ausfahrgleis gebracht zu werden. Wollte man hierzu die 40 t tragenden Laufkrane der Halle *B* benutzen, so müßten sie mit ihren Jochen nicht den Kasten, sondern sämtliche Radsätze des Wagens erfassen, um jede Heißlaufgefahr auszuschließen. Oder man müßte wenigstens das Zusammenbauen stets auf einem und demselben sowie gleich als Ausfahrt benutzbarem Gleise der Halle *B*, z. B. auf dem neben der Nieterei befindlichen, vornehmen.

In La Garenne sind in den Hallen *B* und *C* drei Gruppen von Arbeitern tätig:

a) für das Heben und Senken von Wagenkasten, Aus- und Einbauen von Drehgestellen, Radsätzen und Bremsen, Abölen der Lager, Befördern der Motoren nach und von den Prüfständen usw.;
b) für das Wiederherstellen und das Einbauen der Motoren, Einstellen der Kohlenbürsten, Einfetten der Kollektoren usw.;
c) für das Einbauen der elektrischen Wagenausrüstung (Kontroller, Schalter, Widerstände, Kabel, Beleuchtung, Heizung usw.).

Diese drei Gruppen wandern mit ihren Werkzeugen usw von einem Richtstand zum andern und werden sich in ungünstigen Fällen gegenseitig behindern. In Niederschöneweide befinden sich an den nördlichen Einfahrgleisen nur die Abbau-, an den südlichen Ausfahrgleisen nur die Aufbau- und in den einzelnen Hallen selber nur die für jede Halle besonderen Ausbessergruppen.

Wenn auch der (in Niederschöneweide nicht vorhandene) Betriebschuppen für die Pflege der im Dienste befindlichen Triebwagen unmittelbar an der Schnellausbesserhalle *E* in La Garenne sehr günstig liegt, so ist doch das Stofflager ziemlich weit entfernt von der Maschinen-Werkstätte und dem Betriebschuppen erbaut, was wohl durch die Lage des Ausbesserwerks in einem engen Gleisdreieck bedingt wurde.

Abb. 9. Lageplan des Ausbesserungswerks La Garenne.

Vergleich der Förderwege in beiden Werken

Für einen Vergleich seien die Längen der Hallen, die Bearbeitungsverfahren, die Anzahl und Bauarten der auszubessernden Wagen usw. in den Werken nach Abb. 5 und 10 als gleich voraus-

gesetzt. Ferner sollen die auf eigenen Rädern als ganze Fahrzeuge oder als Fahrzeugreste (also als Großsammelladung) zurückgelegten Wege als Rollwege, die mit Elektrokarren, Gleisloren, Schiebebühnen, Kranen usw. einzeln oder als Sammelladung zurückgelegten Wege nach und von den Richtgleisen als Zubringewege, die außerhalb der eigentlichen Werkstatthallen (*A*, *B*, *C* und *D*) zurückgelegten Zubringewege als Zubringeumwege und die mit Kranen, Karren, Förderbändern oder mit Hilfe der Menschenkraft zurückgelegten Wege innerhalb der Bearbeitungsstellen als Arbeitswege bezeichnet werden.

Alsdann sind zwar die mittleren Zubringewege der Wagenkasten und Drehgestelle (auf der Schiebebühne) in Abb. 10 wohl nicht länger als deren sich stets gleichbleibenden Arbeitswege unter den Kranen in Abb. 5. In La Garenne ist die Beförderung der zu vollständigen Wagen vereinigten Kasten und Drehgestelle aber umständlich und teuer durch das zweimalige Auf- und Abfahren der Wagen von der Schiebebühne und durch die Bedienung der Schiebebühne.

Bei dieser Gelegenheit legen die leichten Einzelteile als angebaute Teile der vollständigen Fahrzeuge im Mittel einen Weg gleich einer Hallenlänge zurück, ganz gleich, ob die z. B. am Nordende zugeführten Wagen am Süd- oder Nordende abgeführt werden. Da die Förderkosten und -zeiten aber sehr gering sind, sollen sie nicht gerechnet werden.

Die Schiebebühne, die sich auch zum Befördern von nur aus Radsätzen bestehenden Sammelladungen eignet, beansprucht etwa 36 vH der Grundfläche und wohl auch nicht viel weniger des Heizraumes der eigentlichen Ausbesserwerkstätte (Hallen *B*, *C* und *D*). Da sie aber auch noch die Gleisstände der für Schnellausbesserung, Lackiererei usw. bestimmten Halle *E* bedient, so könnte man die Bühne als gleichwertig mit der nach Abb. 5 in der Lackiererei vorhandenen betrachten. Dort aber sind an die Schiebebühne nicht nur ein-, sondern beiderseitig Lackierstände angeschlossen, so daß ihr Flächen- und Raumbedarf nur halb so groß wie in Abb. 10 wird. Bei Erweiterung der Anlagen in La Garenne nach Abb. 9 wird übrigens die zweite (in Niederschöneweide nicht erforderliche) Schiebebühne einseitig angeschlossen.

Da auf jedem der Richtstände in den Hallen *B* und *C* nur die Wagenkasten und Drehgestellrahmen, also die schweren Einzelteile, ausgebessert werden, so müssen von jedem der Richtstände 1 bis 10 (vergl. Abb. 11) gleichartige Einzelteile, z. B. Wagenkupplungen, zu der für sie bestimmten Anfangs-Bearbeitungsstelle befördert werden, die als Nr. 14 z. B. in der Mitte der Halle *D* gelegen vorausgesetzt werde, und die aus nur einem einzigen oder mehreren Arbeitsplätzen bestehen kann.

Zunächst sollen die Zubringewege von den Richtständen nach den Bearbeitungsstellen und zurück betrachtet werden. In Halle *D* befindet sich nun nicht nur eine einzige Bearbeitungsstelle 14, sondern eine Reihe Nr. 11 bis 20 von solchen Stellen. Von jeder führen sowohl Zubringewege strahlenförmig zu jedem der Richtstände 1 bis 10 als auch Arbeitswege zu den Bearbeitungsstellen 11 bis 20. Würde man z. B. mit völlig freizügigen Elektrokarren oder dergl. von jedem der Gleise 1 bis 10 die Kupplungen auf völlig gradlinigen Wegen einzeln nach 14 bringen sowie auf denselben Wegen nachher wieder abholen, und mit andern Teilen bei den übrigen neun Arbeitsplätzen ebenso verfahren, so würden die mittleren Wege der Kupplungen usw. zwar sehr kurz werden. Eine derartige geradlinige Beförderung würde aber voraussetzen, daß Halle *C* für den Verkehr der Karren völlig frei wäre, also keine Bearbeitungsplätze für Drehgestelle, Motoren usw. enthielte.

Man ist daher mit den Karren vielmehr an besondere Fahrwege gebunden. Diese seien z. B. für den Süd-Nord-Verkehr längs der Dach-Kranbahnstützen an den Hallenlängsgrenzen und für den West-Ost-Verkehr z. B. an den Stirnwänden der Hallen sowie zwischen den Richtgleisen 3, 4 und den Bearbeitungsplätzen 13, 14 sowie zwischen 7, 8 und 17, 18 vorausgesetzt. Die Breite dieser in Abb. 11 dick ausgezogenen Fahrwege sei vorläufig zu etwa Karren- + Mannesbreite angenommen. Alsdann werden die Förderwege z. B. von 5 nach 15 erheblich länger als früher die Verbindungsgeraden. Ferner wird man, schon um die Anzahl der Elektrokarren und ihrer Fahrer zu verringern, nicht nur eine Kupplung je Fahrt befördern, sondern man wird z. B. auf einer Süd-Nord-Fahrt die Kupplungen an den östlichen Gleisenden 10 bis 1 sammeln (wobei während des Haltens die Karren auf die in Abb. 11 durch Rechtecke angedeuteten Ladeplätze fahren, um Überholung durch nachfolgende Karren zu ermöglichen), möglichst noch andere, z. B. für 13 bestimmte, Einzelteile beiladen, bei 1 östlich abbiegen und dann die Teile unter Benutzung des Lade-Überholungsplatzes bei 13 und 14 abladen.

Hierbei sind Fehlleitungen wohl ausgeschlossen, da die beiden Arten von Einzelteilen stets zunächst nur zu den Anfangspunkten 13 und 14 ihrer Arbeitsgänge laufen. Anders ist es dagegen auf den späteren Rückwegen dieser Teile. Da die Wagen auf den Richtständen 1 bis 10 nicht alle im gleichen Zustand der Ausbesserung sind, einzelne Stände sogar kurze Zeit leer

Abb. 11
Schematische Darstellung eines Werkes nach Abb. 10

sein können, so wird nicht jeder der zehn Richtstände z. B. mit einer oder zwei Kupplungen beliefert, sondern es müssen die verschiedenartigen Einzelteile der Sammelladung je nach Bedarf auf die Stände 10 bis 1 verteilt werden, wobei Fehlleitungen vorkommen können.

Nach Abliefern der Sammelladung in 13 und 14 erhält der Karren z. B. in 15 und 16 eine Sammelladung z. B. fertig ausgebesserter Teile, die zu mehreren oder sämtlichen Gleisen 10 bis 1 zurückgebracht werden müssen. Damit Begegnungen mit andern Karren vermieden werden, d. h. damit an Fahrwegbreite oder Hallenfläche gespart werden kann, wird der Karren in der alten Richtung weiterfahren, bei 20 nach Westen abbiegen und, bei 10 anfangend, die Einzelteile auf die Gleise richtig verteilen. Auf diese Weise entsteht ein stets in gleicher Richtung (z. B. im Drehsinne des Uhrzeigers) verlaufender Zubringe-Ringlauf der Karren zwischen den beiden Hallen *B* und *D* (West), an den sich natürlich noch weitere gleichgerichtete Ringläufe, z. B. zwischen Hallen *C* und *D* (Ost) sowie nach den weiter entfernt liegenden Abkochereien, Rohstofflagern usw., anreihen können.

Diese etwa einer Bandförderung entsprechenden und auch mit Loren auf Fördergleisen gut ausführbaren Ringläufe bilden fahr- und ladebetrieblich zwar die bestmögliche Beförderungsart, bedingen aber, daß jeder Einzelteil die Länge der Hallen zweimal durchläuft und obendrein je nach den Hallenabständen und -breiten noch kürzere oder längere Querwege Ost—West oder West—Ost macht. Selbstverständ-

:h wird man in einzelnen günstigen Fällen, z. B. bei einer förderung nur von 5 und 6 z. B. nach 15 und 16 oder n 2 nach 12 nicht den ganzen Ringweg abfahren, sonrn die Verbindungswege von 3, 4 nach 13, 14 bzw. von , 18 nach 7, 8 benutzen. Das bedingt aber bei stärrem Verkehr, daß diese dann in zwei Richtungen befarenen Verbindungswege zwecks glatten Betriebes um wa eine Karrenbreite breiter angelegt werden als die dern Fahrwege. Auch kurze Rückwege, etwa mit dem el, Rückfracht bei 11 und 12 statt bei 15 und 16 laden, sind nicht ausgeschlossen. Verbreiterung der neren Fahrwege und Vermehrung ihrer Anzahl zwecks heblicher Abkürzung einzelner Zubringewege bedingen itläufigere Anordnung der Bearbeitungsplätze und mit wieder eine wenn auch nur sehr kurze Verlänrung aller übrigen Zubringewege.

Da die Karren im allgemeinen wohl erst völlig entlen werden müssen, ehe Rückfracht aufgeladen werden nn, so wird es auf den Nord-Süd- und umgekehrten Zuinge-Teilwegen wohl selten möglich sein, die Ladeigkeit der Karren stets voll auszunutzen und Leerife zu vermeiden. Als arbeiterschwerend kommt noch zu, daß bei Ladungen aus vielartigen aufeinander gepelten Teilen nicht stets in umgekehrter Reihenfolge fgeladen werden kann, wie später abgeladen wird.

Da in Abb. 10 gewöhnliche Laufkrane verwandt sind, ren Lasthaken nur die in Abb. 11 durch —·—·— eingealossenen Mittelteile der Hallenflächen bestreichen, so nnen die Krane nicht (etwa mittels drehbarer Ausger unter den Laufkatzen) in die benachbarten Felder ergreifen. Soll z. B. ein schwerer Teil oder eine Samladung mittels Kranes vom Ostende eines Wagens auf chtstand 8 der Halle *B* nach dem Arbeitsplatz 12 der lle *D* (West) befördert werden, so muß das z. B. in em mit Laufrädern versehenen Behälter gestapelte rdergut zunächst auf dem Hallenfußboden aus *B* nach esten in *C* geschoben, dort mittels Laufkranes ostd nordwärts befördert, auf dem Hallenboden abgesetzt d ostwärts in Halle *D* nach 12 geschoben werden. r derartige Beförderungen eignen sich daher Laufane weniger gut als z. B. Elektrokarren, Gleisloren usw.

Während nun in Halle *B* z. B. vom Richtgleis 10 rt ankommende Einzelteile (abgesehen vielleicht von rkzeugen, Vorrichtungen und dergleichen) nicht nach dern Gleisen, z. B. 2, hin- oder zurückbefördert zu rden brauchen, findet ein solcher innerer Verkehr (als beitsweg) zwischen den Bearbeitungsstellen 11 bis 20 tt. Das sind die einzelnen Arbeitsgänge der Einzelle, die den Nord-Südwegen der Abb. 2 und 5 entrechen. Es kommt nun ganz darauf an, wie in Halle *D* rkzeugmaschinen, Werkbänke usw. angeordnet sind. tweder stehen z. B. die Maschinen wie in alten Werkten nach Gattungen, z. B. Drehbänken, Hobelmaschinen w., geordnet zusammen, oder sie sind teilweise oder lig gemäß dem Verlauf der einzelnen Arbeitsgänge (gehnlich unter Erhöhung der Anzahl der Maschinen usw.) fgestellt. Im ersten Fall erhält man ein wirres Durchander von langen Arbeitswegen. Im zweiten Fall erlt man bei völliger Anpassung an die Arbeitsgänge enso kurze Arbeitswege wie in Abb. 2 und 5.

Da für La Garenne weder der eine noch der andre enzfall überall zutreffen dürfte, so soll angenommen rden, daß sich gemäß Abb. 11 in der neben der Nieterei, eßerei usw. belegenen Südhälfte der Halle *D* einzelne ht zu Arbeitsgängen zusammengefaßte Bearbeitungsllen 16 bis 20 für allgemeine Arbeiten und in der Nordlfte die Reihen 11 bis 15 von völlig zu etwa U-förmigen beitsflüssen zusammengestellten Arbeitsplätzen befin, die, wenn es lohnend ist, durch Förderbänder (z. B. in . 11 und 12) verbunden sein könnten. In der Nordgruppe d daher die Arbeitswege nicht länger, als in Abb. 2 und 5, gen in der Südgruppe erheblich länger und ungelneter.

Bedient werden die Bearbeitungsstellen 11 bis 20 von beiden in Halle *D* (West) auf demselben Gleise lauden 10 t tragenden Kranen, wenn auch Elektrokarren r Gleisloren auf den Nord-Südwegen ihrer Ringläufe B. zwischen den Hallen *B* und *D* bei passenden Gelegenheiten Teile von einer zur andern Bearbeitungsstelle, z. B. von 16 nach 20, mitnehmen können. Durch zweckmäßiges Einteilen der Bearbeitungsstellen 11 bis 20 in eine Nord- und Südgruppe läßt es sich einrichten, daß der Nordkran hauptsächlich die Arbeitswege der Nordgruppe 13 bis 15 und der Südkran die der Südgruppe 16 bis 20 erledigt, beide Krane sich also möglichst wenig gegenseitig behindern. Andernfalls muß z. B. der Nordkran über 11 hinaus ausweichen, falls der Südkran eine Ladung von 20 nach 11 bringen oder von dort abholen soll.

Man kann sich Anordnung und Betrieb von Werkstätten nach Abb. 10 und 11 etwa derart entstanden denken, daß früher die Einzelteile, weil nicht austauschbar, stets nur zu ihrem ursprünglichen Fahrzeug wieder zusammengesetzt werden konnten, letzteres also wochenlang auf seinem Richtgleis stehen mußte, bis der letzte auszubessernde Teil zu ihm als Mittel- oder Schwerpunkt der Werkstätte zurückgekehrt war. Solange weitaus die Mehrzahl der Fahrzeugteile mit der Hand auf den Richtgleisen selber oder auf den am Gleiskopf befindlichen nahen Werkbänken ausgebessert wurde, waren Arbeits- und Zubringewege kurz. Um später nach Überwiegen der maschinellen Bearbeitung und Anwachsen der Werkstätten möglichst kurze Zubringewege und -umwege zu erhalten und um mit möglichst wenigen Werkzeugmaschinen auszukommen, legte man die Richtgleise als Einzelschwerpunkte so nahe wie möglich (am besten zu einem Kreis oder Quadrat, in Abb. 10 und 11 zu einem Rechteck) aneinander und ordnete, soweit es die Gleisverbindungen, zu denen auch die Schiebebühne in Abb. 10 und 11 gehört, zuließen, die Bearbeitungsplätze ringsherum an, was in Abb. 10 und 11, also eigentlich nur im Osten und Süden, möglich ist. In Werken nach Abb. 2 und 5 sind die den Werk-Schwerpunkt bildenden Bearbeitungsstellen zu einzelnen, geradlinigen und parallel gemäß dem Fahrzeugab- bzw. Aufbau aneinandergereihten Arbeitsgängen zusammengefaßt, die quer zu den Ab- und Aufbaugleisen liegen. Da die Fahrzeuge oder deren Reste auf eigenen Rädern laufend im allgemeinen stets bis an die jeweilig ersten Werkzeugmaschinen oder dergl. der einzelnen Arbeitsgänge zum Abladen = Abbauen der Einzelteile herangefahren werden und für das Aufladen = Aufbauen gleiches in umgekehrter Reihenfolge gilt, so fallen die Zubringewege im allgemeinen ganz fort.

Die schweren und leichten Einzelteile, die zu stets noch auf eigenen Radsätzen fahrbaren Fahrzeugen oder deren Resten, also zu einer einzigen großen Sammelladung, vereinigt sind, werden in Werken nach Abb. 2 und 5 stets nur auf dem Abbaugleis (Förderbahn) ostwärts und später wieder in gleicher Art nur auf dem Aufbaugleis westwärts auf denkbar einfachste und billigste Weise befördert. Diese R o l l w e g e der Einzelteile sollen daher ebenso wie die Großsammelladungswege der leichten Einzelteile auf der Schiebebühne in Abb. 10 und 11 billigerweise nicht gerechnet werden. Südwärts werden die Einzelteile einzeln oder mit gleich- (nicht anders-)artigen Teilen zusammen in den im allgemeinen nur für sie allein bestimmten Kranfeldern von einem Anfangspunkt (Abbaugleis) über stets in möglichst gerader und kurzer Linie hintereinander angeordnete Punkte (Bearbeitungsstellen) hinweg zu einem Endpunkt (Aufbaugleis) befördert. Fehlleitungen auf diesen als Arbeitswege zu bezeichnenden Läufen sind also wohl so gut wie ausgeschlossen, und Z u b r i n g e w e g e entstehen in Werken nach Abb. 2 und 5 nur dann, wenn der Arbeitsgang eines Einzelteils kürzer als die Hallenlänge ist.

Diese Zubringewege sind dann aber nur so lang wie die Längenunterschiede zwischen Hallen und Arbeitsgängen. In Werken nach Abb. 10 und 11 muß jedoch wegen der verhältnismäßig geringen Ladefähigkeit, z. B. der Elektrokarren, und ihrer nicht stets vollen Auslastung, mit zahlreichen Zubringewegen von einer mittleren Länge gleich etwa der doppelten Hallenlänge gerechnet werden. Die gesamten Arbeits- (und gegebenenfalls Zubringe-) wege der Einzelteile in Werken nach Abb. 2 und 5 sind gewissermaßen als Hinwege zu betrachten. Nordwärts gerichtete Zubringe-(Rück-)wege von Einzelteilen, denen aber Hinwege später wieder folgen, treten im allgemeinen

nur dann auf, wenn Einzelteile etwa nach außerhalb der Halle liegenden Arbeitsplätzen, z. B. Abkocherei, Schmiede usw., vorübergehend befördert werden müssen. Diese z. B. auf Elektrokarren zurückgelegten Zubringeumwege dürften auch in Abb. 10 und 11 bei gleicher Größe der Werke ebenso zahlreich und lang wie in Abb. 5 und 2 sein.

Die Arbeitswege der Hauptteile (unter den Kranen) in Abb. 2 und 5 sind ebenso wie die ihnen entsprechenden mittleren Zubringewege der Hauptteile (auf der Schiebebühne) in Abb. 10 und 11 gleich einer Hallenlänge, also einander gleich. Die Arbeitswege der Nebenteile in Abb. 2 und 5 sind ebenso lang wie deren Arbeitswege in der Nordgruppe der Halle *D* der Abb. 10 und 11, dagegen erheblich kürzer als deren Arbeitswege in der Südgrupppe der Halle *D*. Würde man auch die Südgruppe völlig zu U-förmigen Arbeitsgängen zusammenfassen, so wären die Arbeitswege aller Teile bei beiden Anordnungen gleich lang, d. h. so kurz wie möglich. Würde man ferner, wie das auch in älteren umgestellten Werken bereits geschehen ist, in Abb. 11 die Fahrzeuge nur auf Gleis 1 abbauen und nur auf Gleis 10 aufbauen, so würden die Zubringewege für die leichten Einzelteile nur eine Hallenlänge lang, also etwa halb so lang wie bisher, werden. Legte man dann noch als letztes die Fließrichtung auf den Bearbeitungsstellen 11 bis 20 nicht U-förmig und quer zu dem Nord-Süd-(Haupt-)fluß, sondern parallel dazu und geradlinig an, so würde man die neue Anordnung nach Abb. 2 und 5 und damit die kürzesten Arbeits- (und falls überhaupt vorhanden Zubringe-)wege sowie die größte Übersichtlichkeit und Ordnung erhalten.

Man erkennt aus den vorstehenden, mangels genauer Unterlagen ganz allgemeinen Untersuchungen, daß die in La Garenne nach den bisher üblichen und dort ohne Zweifel auf das geschickteste angewandten Grundsätzen erbauten Anlagen nicht so einfach und billig sind, und daß ihr Betrieb sich nicht so übersichtlich und billig stellt wie die Anlagen und der Betrieb in Niederschöneweide es erhoffen lassen. [B 1005]

Stahl zum Speichern von Stickstoff

Der Entwurf und die Konstruktion von Geräten für die Speicherung von atmosphärischem Stickstoff nach neueren Verfahren, wobei hohe Drücke und Temperaturen in Frage kommen, hat viele metallurgische Forschungen notwendig gemacht. Die Behandlung von Gasen bis zu 1500 at Druck bietet viele konstruktive Schwierigkeiten, und die Aufgaben werden weiter dadurch verwickelt, weil keine Angaben über die Festigkeit und andre Eigenschaften von Konstruktionswerkstoffen bei erhöhter Temperatur bis zu 500 °C vorliegen.

Die besten Ergebnisse gewann man mit einer Legierung aus Chrom, Nickel, Eisen und Silizium, so daß vom Bureau of Chemistry and Soils, United States Department of Agriculture planmäßige Untersuchungen mit einer Anzahl solcher Legierungen unternommen wurden[1]). Die erste Reihe der Proben bestand aus zehn Stählen, deren Zusammensetzung in Zahlentafel 1 angegeben ist.

Zahlentafel 1
Zusammensetzung der untersuchten Stähle

Probe-Nr.	C vH	Mn vH	P vH	S vH	Si vH	Cr vH	Ni vH	Andre Elemente
31	0,19	0,43	0,008	0,033	0,17	—	—	—
32	1,01	0,40	0,007	0,036	0,16	—	—	
33	0,24	0,52	0,008	0,032	0,03	—	3,43	—
34	0,30	0,68	0,012	0,024	0,26	0,93	—	0,18 V
35	0,39	0,70	0,011	0,044	0,29	0,84	3,56	—
36	0,27	0,59	0,014	0,022	0,13	1,00	1,60	—
37	0,93	0,30	0,010	0,014	0,21	1,47	—	—
38	0,48	0,79	0,030	0,029	0,23	0,60	—	—
39	0,58	0,36	0,004	0,017	—	0,55	0,21	1,62 W
40	0,10	0,31	0,008	0,023	0,31	—	4,87	

Die Proben wurden sorgfältig geglüht und in die Form eines Zylinders gebracht, in dessen Inneres noch zwei Zerreiß- und zwei Schlagproben sowie zwei kleine Korrosionsstopfen eingelegt wurden. Die Zylinder wurden dann in Reihe verbunden und der Wirkung eines Gases, das aus drei Teilen Wasserstoff und einem Teil Stickstoff bestand und 8,3 vH Ammoniak enthielt, bei 100 at Druck und 500 °C ausgesetzt. Die Behandlung dauerte vier Monate, worauf Probestäbe, die man aus der Zylinderwandung schnitt und die im Innern des Zylinders befindlichen einem Zerreiß- und einem Schlagversuch unterworfen sowie mikroskopisch und makroskopisch untersucht wurden.

Allgemein zeigte sich eine bedeutende Abnahme an Festigkeit und Dehnbarkeit. Auch trat Entkohlung und Rißbildung auf, gewöhnlich zusammen, aber oft unabhängig voneinander. Auch wurde ein Eindringen der Gase beobachtet. Der Wolfram-Chromstahl Nr. 39, Zahlentafel 1, wurde am wenigsten von den Gasen angegriffen. Mit Ausnahme von Rissen zwischen den Körnern nahe an der Oberfläche zeigte sich keine Einwirkung der Gase. Alle Chromstähle wiesen Eindringungen auf und der Widerstand gegen Durchdringung scheint mit Zunahme des Chromgehaltes zu steigen. In den einfachen Kohlenstoffstählen waren die Gase bis zur Mitte eingedrungen, ebenso beim Nickelstahl.

Der höhere Widerstand der Stähle mit hohem Chromgehalt führte dazu, Versuche mit Stählen mit noch höherem Chromgehalt und mit Chrom-Vanadium-Stählen anzustellen. Die gewählten Zusammensetzungen ergaben drei Reihen, in denen jeder der drei Hauptbestandteile: Kohlenstoff-, Chrom- oder Vanadiumgehalt, schwankt, während die andern Bestandteile ziemlich gleich groß bleiben, Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2
Zusammensetzung der untersuchten Chrom- und Chrom-Vanadium-Stähle

Probe-Nr.	C vH	Mn vH	P vH	S vH	Si vH	Cr vH	V vH
Chrom-Reihe							
1	0,37	0,39	0,017	0,022	0,27	0,04	0,19
2	0,29	0,53	0,015	0,011	0,16	0,51	0,28
3	0,30	0,68	0,012	0,024	0,26	0,93	0,18
4	0,31	0,48	0,011	0,011	0,12	2,01	0,34
5	0,33	0,37	0,028	0,013	0,26	7,70	0,18
6	0,42	0,35	0,025	0,009	0,06	14,40	0,18
27	0,25	0,40	0,020	0,020	0,60	13,50	—
28	0,48	0,09	0,018	0,014	0,43	21,10	0,07
Vanadium-Reihe							
7	0,40	0,53	0,018	0,013	0,18	1,05	0,02
8	0,37	0,52	0,018	0,018	0,20	1,05	0,07
9	0,35	0,37	0,020	0,013	0,20	1,02	0,14
10	0,37	0,55	0,018	0,019	0,18	1,07	0,31
11	0,27	0,34	0,025	0,011	0,29	1,24	0,65
Kohlenstoff-Reihe							
12	0,16	0,55	0,023	0,023	0,34	1,03	0,20
13	0,58	0,68	0,011	0,017	0,23	0,73	0,18
14	1,16	0,55	0,022	0,018	0,20	1,06	0,20

Die Proben wurden, wie oben beschrieben, behandelt. Alle Stähle, die mehr als 2 vH Cr enthielten, widerstanden vollkommen der Einwirkung der Gase. Alle andern Stähle zeigten eine tiefe, unregelmäßige Zone der Durchdringung und feine Risse. Die Gegenwart von 2 vH Chrom scheint die Geschwindigkeit der Durchdringung zu verlangsamen und sie bis auf eine gleichmäßige Schicht parallel zur Oberfläche zu begrenzen. Höherer Chromgehalt verzögert die Durchdringung noch mehr, aber nicht verhältnisgleich der Zunahme des Chromgehalts. So war der Stahl mit 7,7 vH Cr, Nr. 5, Zahlentafel 2, nur wenig besser als der Stahl mit 2 vH Cr, Nr. 4.

Der Kohlenstoffgehalt muß daher niedrig sein. 2 vH oder mehr Chrom ist notwendig, um die Rißbildung und Entkohlung auf eine dünne und gleichmäßige Schicht zu beschränken. Größere Mengen Chrom verbessern den Widerstand, aber nicht im geraden Verhältnis zur Chromzunahme. Stähle mit hohem Chrom- und hohem Chrom-Nickel-Gehalt sind noch widerstandfähiger, lassen sich aber schwer herstellen. Ein passender Stahl muß wenigstens 2,25 vH Cr und nicht mehr als 0,30 vH C enthalten. Warmbehandlung ist zur Auflösung der Legierungen im Stahl nützlich und verleiht ihm ein gleichmäßiges Gefüge, aber keinen Widerstand gegen Durchdringung, wenn dieser Widerstand nicht vorher vorhanden war. Vanadium macht einen Stahl nicht widerstandfähig gegen den Angriff von Gasen. [N 1125]

Amberg H. Illies

[1]) L. G. Thompson, „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 1518.

Elektrolytischer Druckzersetzer für die Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff bei hohem Druck ohne Kompressoren

Von Dr.-Ing. J. E. Noeggerath, Fellow of the American Institute of Electrical Engineers, Berlin[1])

Vorgetragen im Berliner Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure am 14. Dezember 1927.

Wirkungsweise der Druckzersetzeranlage für 150 at — Bisherige Ergebnisse — Vorgänge bei der Druckelektrolyse — Einfluß von Druck und Temperatur auf Spannung und Leistung — Vorteile gegenüber der atmosphärischen Elektrolyse — Möglichkeiten der praktischen Anwendung

Die Elektrolyse des Wassers unter Druck, die seit 1900 bekannt ist, verläuft in geschlossenen Gefäßen so, daß die Gase trotz des beschränkten ıumes immer neu erzeugt werden. Eine stets größer ·rdende Gasmenge muß in annähernd dem gleichen ıume Platz finden. Der Druck steigt daher dauernd an.

Wie bei der Elektrolyse unter atmosphärischem Druck steht ein Drittel des Gasvolumens aus Sauerstoff, zwei rittel aus Wasserstoff. Die zersetzten Mengen sind prortional der Stromstärke. Wenn reine, völlig voneinıder getrennte Gase erzeugt werden, so ist die erzeugte ısmenge im wesentlichen unabhängig von der Güte des ·rsetzers. Maßgebend für den spezifischen Energie·rbrauch ist dagegen die Spannung für eine Zelle, die ·n der Vollkommenheit des Zersetzers abhängt und in ·r weiten Grenzen schwankt.

Auf Grund dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse ·urde vielfach unter erheblichem Aufwand von Kosten, ·ergie und Erfindungsgeist versucht, Wasserstoff und ·uerstoff druckelektrolytisch, also ohne Kompressoren. · erzeugen, da es die Erfinder lockte, Kompressoren zu ·aren.

Die Hauptschwierigkeit bestand darin, die Gase mit ·nügendem Reinheitsgrad wirtschaftlich zu erzeugen; · entstanden sogar gefährlich erscheinende Gasgemische. ·zu kamen Konstruktionsschwierigkeiten hinsichtlich ·stigkeit, Haltbarkeit und Dichthalten, insbesondere bei ·rwendung von Laugen oder Säuren bei hohen Drücken ·d Temperaturen, ferner hinsichtlich Isolation, vor ·em bei elektrischer Reihenschaltung der Zellen.

Bei zahlreichen, meist im Laboratorium durchgeführ·n Versuchen ließ sich die Gasreinheit für eine gewisse ·itspanne bei niedrigen Spannungen verhältnismäßig ·cht erzielen, solange man die Druckzersetzer vollkom·n dichthalten konnte und dafür sorgte, daß die Gas·ngen genau dem Verhältnis 2 : 1 entsprachen. In · Praxis ließ sich dies nicht leicht durchführen, weil ·ihenschaltung für normale Spannungen notwendig, für ·uckelektrolyse aber schwierig ist, weil Undichtheiten ·treten können und weil das Abzapfen auf beiden Seiten ·ufig nicht genau gleichmäßig durchgeführt werden kann, ·daß sich das Volumenverhältnis ändert usw. Bei 200 at ·wirkt z. B. ein zwischen beiden Gasen auftretender ·uckunterschied von nur 5 vH, daß die leicht verletzlichen ·heidewände und Dichtungen zwischen den Gasen unter ·em einseitigen Druck von 10 at stehen.

Bei Druckzersetzern ohne Scheidewände, wobei man · Gastrennung z. B. bei einer entsprechenden Anord·ng der Elektroden durch den Auftrieb der Gase im ·ektrolyten erzielt, treibt das unter höherem Druck ·hende Gas den an der einen Elektrode entstehenden ·ektrolytteil in den gegenpoligen Raumteil der Zelle. ·ch vermischen sich dadurch bei solchen Druckzer·zern die durch Gasblasen oder Wärme in Bewegung ·setzten Elektrolytteile und die von ihnen mitgerissenen ·se miteinander.

Andre Schwierigkeiten boten die hohen Herstell·sten, die von den bei hohem Druck sich ergebenden ·anddicken und Konstruktionsschwierigkeiten ver·sacht wurden.

[1]) Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Ministerium für Wissen·aft, Kunst und Volksbildung, vor allem Ministerialrat Dr. v. Rotten·rg, und der Technischen Hochschule Berlin, insbesondere Prof. ·ok, Prof. Ludin, Dipl.-Ing. Riepe und Dipl.-Ing. Dietrich, für · Unterstützung bei der Entwicklung des Druckzersetzers zu danken, ·nso Minist.-Dir. Dr. Jahn, Dir. Harprecht und Oberbaurat ·senthal von der Deutschen Reichsbahn, Dr. Bräuer und vor ·m Prof. Meineke an der Technischen Hochschule Berlin, der ·h in jeder Richtung weitgehend unterstützt hat.

Abb. 1
Druckzersetzer nach Noeggerath für 150 at.

a Druckrohr
b Stromzutritt zur Elektrode
c Deckel
d Schmiedeblock
e, *f*, Ventile vor den Wasserstoff- und Sauerstoffbehältern
g Sauerstoffbehälter
h, *i* Wasserstoffbehälter
k, *l* Rohre zu den Füllflaschen
m Ausgleichleitung
n Eintritt des zurückgeführten Wassers
o, *p* Rückschlagventile

Druckzersetzeranlage für 150 at.

Im folgenden sei ein von mir entworfener Druckzersetzer für die Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff bei normal 150 at beschrieben, der den Anforderungen der Praxis angepaßt ist und, verglichen mit seiner Leistung, sehr kleine Abmessungen hat. Es wurden 180 at erzielt, ein Druck, der natürlich nicht die mögliche obere Grenze darstellt; diese ist für normale Drücke lediglich durch Konstruktionsfragen bestimmt.

Die seit etwa einem Jahre von der Technischen Hochschule Berlin und von der Reichsbahn durchgeprüfte Anlage gibt Abb. 1 wieder. Die eigentlichen Druckzersetzerzellen sind die Druckrohre *a*, in deren Achse die hohen negativen Nickelelektroden stehen. An diesen wird der Wasserstoff erzeugt. Sie sind konzentrisch von Scheidewänden und diese wieder konzentrisch von den positiven Elektroden umgeben, an denen der Sauerstoff erzeugt wird. Das Elektrolyt ist Kalilauge.

Der Strom wird bei *b* den positiven Elektroden zugeführt, wobei das Druckgefäß als Stromzuführung dient. Er tritt durch die, nicht gezeichnete, Scheidewand in die negative Elektrode ein und wird am Deckel *c* der Zelle entnommen. Für normale Betriebspannungen werden Zellen in bestimmter Weise elektrisch in Reihen geschaltet. Die Anordnung ist nicht gleichgültig, weil bei normaler Reihenschaltung in Druckzersetzern leicht erhebliche Gasvermischungen entstehen.

Der Sauerstoff steigt im äußeren Querschnitt der Rohre *a* auf, sammelt sich in Bohrungen des Schmiedeblocks *d*, tritt dann durch das Ventil *f* in den Behälter *g* und strömt endlich durch das Rohr *l* den Füllflaschen zu.

Durch die Scheidewand vom Sauerstoff vollständig getrennt, steigt der Wasserstoff an der Achse der Rohre *a* auf, sammelt sich in anderen Bohrungen des Schmiedeblocks *d* und strömt durch das Ventil *e* zu den Behältern *h* und *i* und durch das Rohr *k* in seine Füllflaschen.

Die beiden Elektrolyträume sind durch eine Ausgleichleitung *m* miteinander verbunden, der das verbrauchte Wasser des Elektrolyten bei *n* zugeführt wird.

Die Ausgleichleitung hat großen Rauminhalt, so daß bei Druckunterschieden das Elektrolyt einer Zersetzerhälfte nicht in die andere übertreten kann; sie hat aber in ihrem wichtigen Teil bei großer Länge einen so kleinen Querschnitt, daß die Zuströmgeschwindigkeit des Speisewassers für das Elektrolyt die Geschwindigkeit der Gase, die das Bestreben haben, in die Ausgleichleitung einzutreten, weit übertrifft.

Sehr wichtig ist, daß hier zum ersten Male bei Druckzersetzern ein elastischer Druckausgleich verwendet ist, der schon bei den geringsten Druckschwankungen in Tätigkeit tritt. Eine besondere Anordnung bewirkt, daß die Elemente unter Druckausgleich allmählich in ihre Mittellage zurückkehren.

Die Rückschlagventile *o* und *p* schalten bei plötzlichen Druckschwankungen unvorhergesehener Art, bei Brüchen der Verbraucherleitung usw. den eigentlichen Zersetzer vom Störungsgebiet ab.

Praktische Ergebnisse

Aus den Messungen der Deutschen Reichsbahn und der Technischen Hochschule Berlin ergibt sich, daß der neue Druckzersetzer das Gas unter den gegenwärtigen Verhältnissen mit 3 bis 3,5 kWh/m³ Leistungsverbrauch erzeugt, je nach dem Verhältnis der Kosten für Verzinsung und Abschreibung zu dem jeweiligen Strompreis[2]).

Mit Hilfe des erwähnten Druckausgleichs wurde ohne Hebelbewegung und ohne elektrische Relais selbsttätig vollkommene Druckgleichheit erzielt; die Scheidewand ist bei keinem Versuch durch den Druck beschädigt worden. Der Druckzersetzer arbeitet vollständig betriebsicher. So wurde z. B. der Druckzersetzer einseitig bis zu 300 at unter steigenden Druck gesetzt; trotzdem zeigten die Manometer beider Zersetzerseiten gleichzeitig den Druckzuwachs an. Bei einem Zersetzer ohne Scheidewände tritt dieses Ergebnis auch ein, aber die gegenpoligen Elektrolytteile und die mitgerissenen Gase vermengen sich.

Die gegebene Garantie von 98 vH Gasreinheit wurde beträchtlich übertroffen. Die Messungen ergaben ohne katalysatorische Reinigung für Sauerstoff 99,1 und für Wasserstoff 99.9 vH Reinheit. Unter besonderen Verhältnissen wurde noch höhere mittlere Gasreinheit erzielt.

Die Wirkungsweise des Druckzersetzers

An den Druckzersetzer wird zunächst eine Spannung angelegt, die höher als die Zersetzungsspannung ist. Es beginnt nun ein Strom zu fließen, der mit steigender Spannung wächst. Die Füllflaschen werden nunmehr angeschlossen. Wenn der gewünschte Druck, z. B. 150 oder 200 at, erreicht ist, werden die Füllflaschen vom Zersetzer abgesperrt und neue Flaschen angeschlossen, wobei der Druck auf ein dem Gesamtvolumen entsprechendes Maß sinkt. Man kann auch die Gase besonderen Druckleitungen zuführen.

Die Beziehung zwischen Stromstärke und Spannung in einer Zelle für verschiedene Drücke und Temperaturen zeigt Abb. 2. Man erkennt, daß die Zersetzung nicht nur mit steigendem Druck wesentlich geringere Spannung erfordert als bei Atmosphärendruck, sondern daß auch die Drucksteigerung die Spannung mehr herabsetzt, als es durch Erhöhung der Laugentemperatur bedingt ist. Abb. 3 und 4 zeigen deutlich den Spannungsabfall bei zunehmendem Druck für verschiedene Stromstärken.

Da die Spannungsverminderung bei gleichbleibendem Strom ein Maß für den Leistungsverbrauch ist, so werden im Druckzersetzer die Gase bei 150 oder 200 at mit erheblich geringerem Leistungsaufwand als bei atmosphärischem Druck erzeugt. Man spart also nicht nur den Leistungsaufwand der Kompressoren, sondern erzielt darüber hinaus eine beträchtliche Leistungsersparnis gegenüber der Elektrolyse ohne Druck.

Dieser Leistungsgewinn der Druckelektrolyse läßt sich bei dem beschriebenen Druckzersetzer in der Praxis stets erreichen, ist jedoch nicht eine **notwendige** Folge der Druckelektrolyse an sich. Man kann im Gegenteil, wie später nachgewiesen wird, bei bestimmter Wahl der Verhältnisse unter atmosphärischem Druck gegenüber Hochdruck und bei Luftleere gegenüber atmosphärischem Druck, also mit sinkendem Druck, einen Leistungsgewinn erzielen.

Der Leistungsgewinn der Druckelektrolyse setzt sich aus mehreren Teilen zusammen. Einmal wird die „Überspannung", d. h. der Mehrbetrag an Spannung an den Elektroden über den theoretischen Wert von 1,23 V der Knallgaskette hinaus, der bei Beginn des Stromdurchganges vorhanden sein muß, durch den Druck vermindert[3]). Andre Einflüsse haben, wie in folgenden nachgewiesen wird, z. T. noch größere praktische Bedeutung.

Theorie der elektrolytischen Verdichtung

Zur Erklärung des Spannungsabfalls bei der normalen Druckelektrolyse seien die Vorgänge im Druckzersetzer auf Grund meiner neuen Untersuchungen näher erläutert[4]).

In Abb. 5 wird bei *d* und *e* der Strom den durch die Scheidewand *f* getrennten Elektroden *b* und *c* zugeführt. Die Hähne *h* und *i* seien zunächst geöffnet, die Elektrolyse werde bei atmosphärischem Druck eingeleitet und dann, nach Schließen der Hähne, bis zu einem mittleren Druck, z. B. 50 at durchgeführt.

[2]) Diese und alle folgenden Angaben über Gasmengen sind, wie es in der Wasserstofftechnik üblich ist, auf 20° und 760 mm Q.-S. bezogen.

[3]) Diesen Teil des Leistungsgewinns haben schon Hausmeister 1922 und Coehn-Jänkel 1907 ausführlicher nachgewiesen, ohne jedoch Gründe für die Verminderung der Überspannung zu geben.

[4]) Die allgemeinen Sätze der Elektrolyse werden als bekannt vorausgesetzt.

Abb. 2
Beziehung zwischen Stromstärke und Spannung der Zelle bei verschiedenen Drücken und Temperaturen.

Abb. 3 und 4
Einfluß der Drucksteigerung auf die Spannung der Zelle bei verschiedenen Stromstärken.
a normale Belastung

Abb. 5
Schematische Darstellung der Druckelektrolyse.

a Druckzersetzer
b, c Elektroden
d, e Stromzuführungen
f Scheidewand
g Wasserabfluß
h, i Hähne
k, l kleine Gasbläschen in statu nascendi
m, n wachsende Gasbläschen

Wenn nun im Druckzersetzer 50 at Druck herrschen, entstehen die winzigen Gasblasenkerne *k* und *l* unter ı Gesamtdruck aus Oberflächenspannung und Druck Behälter. Sie werden also zunächst überhaupt nicht dichtet, sondern entstehen schon unter Druck und ren auch wegen ihres geringen Rauminhalts nicht meß- zur Verdichtung bei. Bei weiterem Stromdurchgang hsen diese Gasblasen *k* und *l* bis zur Größe der sen *m* und *n*, wodurch ihre Ablösung von den Elektro- und ihr Aufsteigen ermöglicht wird. Diese wachsenden sserstoff- und Sauerstoffteilchen, die bei inzwischen as erhöhtem Druck entstanden sind, verdichten durch Eindringen in den Elektrolyten die im Aufstieg befind- en Gasblasen und die Gase in den Sammelräumen.

Die Bläschenvergrößerung ist einmal durch die Zu- r von Gasteilen in statu nascendi bedingt; außerdem aber wegen dieser Vergrößerung der Bläschen die rflächenspannung des umgebenden Elektrolyten sehr er- lich nach, so daß die unter außerordentlich hohem, der eren Oberflächenspannung entsprechendem Druck enden Gasblasen sich weiter ausdehnen können. Die äschenbildung vom ersten Augenblick r Entstehung bis zur Ablösung ist also Quelle der Verdichtung.

Die eintretenden Blasen entstehen zuerst unter außer- entlich hohem Druck, verringern dann infolge ihres chsens die Oberflächenspannung und dehnen sich etwa auf den im Raum herrschenden Druck aus, wobei sie ch Kolbenwirkung auf das übrige Gas dies verdichten. welche Art Verdichtung es sich handelt, hängt von der rmeabfuhr durch die Gefäßwandungen ab. Meist findet polytrope, angenähert isothermische Verdichtung statt.

Die Verdichtung erfolgt gewöhnlich unter Vergröße- g des Gassammelraumes, da ein Teil des Wassers raucht wird, allerdings in einer Menge, die nur einen nen Bruchteil des Gasvolumens beträgt. Hierbei läßt die Verdichtung nur bis zu dem Druck durchführen, dem das Volumen des Knallgases gleich dem Volumen verbrauchten Wassers ist, bis also die Dichten gleich l. Führt man dagegen durch die Druckleitung *g* eine isse Wassermenge zu, so bleibt das Gasvolumen unter ständen gleich oder verringert sich. Die Versuche en aber ergeben, daß es für den Spannungsabfall bei gendem Druck keinen meßbaren Unterschied macht, ich das Gasvolumen verringert oder vergrößert. Bei chzeitiger Wasserzufuhr unter Druck läßt sich die ckelektrolyse wahrscheinlich bis zum Verflüssigungs- ck durchführen.

Von welcher Größenordnung ist nun die für die Ver- tung aufzuwendende Energie? In statu nascendi bil- die Gase außerordentlich kleine Bläschen. Daher ist Oberflächenspannung des die Bläschen umgebenden trolyten sehr hoch; sie beträgt viele tausend Atmo- iren, falls die Gasblase nur ein oder wenige Moleküle ält. Gegenüber dieser hohen Oberflächenspannung len selbst die 150 oder 200 at, die am Ende des Vorganges im Druckzersetzer herrschen, kaum noch eine Rolle. Bei der Druckelektrolyse wird daher für diesen Teil der Arbeit nicht meßbar mehr Leistung verbraucht als für Elektrolyse bei Atmosphärendruck, wobei die Gase unter Oberflächenspannung allein erzeugt werden.

Das bekannte Gesetz, daß eine Zehnerpotenz Druckzuwachs bei Zimmertemperatur ein Anwachsen der Spannung an der Elektrode um 0,0288 V verursacht, hat auf diesen Vorgang größeren oder geringeren Einfluß, je nachdem die Elektroden mehr oder weniger als Katalysatoren wirken. Selbst wenn sie vollständig zur Geltung kommt, ergibt sie bei steigendem Druck nur einen geringen Zuwachs an Leistung[5]). Man kann sie daher, ohne erhebliche Fehler zu begehen, stets als vollständig wirksam in Betracht ziehen.

Dieser für die Praxis unerhebliche Leistungszuwachs ist der einzige, dessen die Zersetzung unter Druck bedarf.

Andre Komponenten der Elektrodenspannung als die bisher erörterten, die für die Entstehung der Gase nur mittelbare Bedeutung haben, werden, wie im folgenden gezeigt werden soll, ungleich höher durch den Zersetzerdruck beeinflußt. Hieraus erklärt sich der bemerkenswerte Spannungs- und Leistungsabfall in den gewöhnlichen Druckzersetzern bei steigendem Druck.

Untersuchung der einzelnen Spannungsteile[6])

Zunächst gelang es, den Einfluß der Volumenverringerung auf die Spannung, der die aufsteigenden Gasblasen im Elektrolyten infolge des wachsenden Druckes unterworfen sind, unabhängig von den andern Größen festzustellen.

Abb. 6 zeigt, wie sich die Spannung beim Stromdurchfluß durch den Elektrolyten infolge der aufsteigenden Gasblasen verändert. Die Gasblasen nehmen nämlich im Elektrolyten Räume ein, die Länge und Querschnitt eines Teiles des Ionenweges beeinflussen. Die Verkleinerung dieser Gasräume durch den steigenden Druck verringert den Widerstand dieses Teiles des Ionenweges und damit auch den Gesamtwiderstand und die Spannung.

Die Linien von Abb. 6 beruhen auf Messungen, die sich lediglich auf die Druckbeeinflussung der aufsteigenden Gasblasen erstreckten.

Ähnlich verhält es sich mit der Verringerung der spannungserhöhenden Polarisation unter Druck, soweit sie durch die Veränderung des Rauminhaltes der an den Elektroden haftenden Gasblasen verursacht wird. Schließlich wird nach Fomjung der Widerstand des Elektrolyts selbst bei steigendem Druck infolge der Änderung des Dissoziationsgrades kleiner.

[5]) Die Beschreibung der verschiedenen Versuchsanordnungen ist hier als zu weitgehend fortgelassen.
[6]) Vergl. auch Abb. 9.

Abb. 6
Einfluß des Druckes auf die Spannung durch Verdichtung der Gasblasen im Elektrolyten.

Im allgemeinen überwiegen im Druckzersetzer diese durch den Druck verursachten Verkleinerungen der Anteile der Elektrodenspannung die spannungsteigernden Größen so sehr, daß die Gesamtelektrodenspannung mit wachsendem Druck sinkt. Diese Ergebnisse gelten jedoch nicht unbedingt; es lassen sich auch Druckzersetzer bauen, bei denen die Spannung mit steigendem Druck steigt.

Die Messungen wurden vor allem in einem für diese Versuche besonders ausgestalteten Zersetzer bei Unterdruck (zwischen 37 und 760 mm Q.-S.) ausgeführt, vergl. Abb. 7. Man erkennt, daß die Spannung bei höheren Stromdichten mit steigendem Druck sinkt. Es gibt jedoch eine kritische Stromdichte und Spannung, bei der keine Spannungsänderung mit steigendem Druck stattfindet, vergl. Linie *a* in Abb. 7. Auch die unteren Linien in Abb. 3 nähern sich der kritischen konstanten Spannung. Bei noch geringeren Stromdichten wächst die Spannung mit steigendem Druck.

Die kritische Stromdichte ist bei der Elektrolyse kein feststehender Wert; sie schwankt in außerordentlich weiten Grenzen (mindestens zwischen ⅕ und 20 A/dm²). Entscheidend ist vor allem der spezifische Rauminhalt der aufsteigenden und der an den Elektroden haftenden Gasblasen. Bei großem spezifischem Rauminhalt der Gasblasen nimmt die Spannung mit steigendem Druck ab, bei kleinem Rauminhalt nimmt sie zu.

Alle durch Versuche gefundenen Spannungskennlinien, vergl. Abb. 3 und 6, nähern sich asymptotisch der Linie der kritischen Stromdichte; bei „unendlich“[6a]) hohem Druck müßte also ein Zustand bestehen, bei dem alle Stromdichten gleiche Spannung haben. Bei dieser kritischen Spannung fließt auch der sehr schwache Strom, bei dem die Zersetzung und die Bläschenbildung beginnt.

Die Spannung der kritischen Stromdichte ist also auch die der Zersetzungsspannung bei unendlich hohem Druck.

Abb. 4 zeigt weiterhin, daß sich die Spannung für Stromdichten, die über der kritischen Stromdichte liegen, bei sinkendem Druck dem Unendlichen nähert, während die Linien unterhalb der kritischen Stromdichte, vergl. Abb. 7, mit sinkendem Druck fallen und sich wahrscheinlich der Knallgaskettenspannung nähern. Ferner zeigte sich, daß die zugeführte Energie natürlich für die Erzeugung eines gleichen spezifischen Gasvolumens, mit steigendem Druck gleichzeitig an einzelnen Stellen zunehmen, an andern gleichbleiben und wieder an andern fallen kann. Der in Abb. 1 wiedergegebene Zersetzer hat eine solche dreifache Druckbeeinflussung. Er ist jedoch so gebaut, daß die Spannungsverringerung bei steigendem Druck die Spannungserhöhung in andern Teilen des Zersetzers weit übertrifft.

[6a]) Für den Begriff „unendlich“ vergleiche man die Bemerkungen über die Grenze des Druckes auf S. 375, l. Sp. vorl. Abs.

RZ 1034 Z 8

Abb. 8
Einfluß der Temperatur des Eletrolyten auf die Spannung

RZ 1034 Z 7

Abb. 7
Elektrolyse bei Unterdruck und kritischer Spannung (*a*).

Kurz zusammengefaßt ergeben sich für die Elektrolyse folgende Gesetzmäßigkeiten

1. Mit steigendem Druck bleibt die Spannung und die spezifische Leistung gleich, wächst oder sinkt, je nachdem der spezifische Rauminhalt der Gasbläschen groß oder klein ist.
2. Bei einer bestimmten, für jede Anordnung kennzeichnenden kritischen Spannung bleibt die Stromstärke und die spezifische Leistung bei Druckänderungen gleich.
3. Bei Annäherung an unendlich hohen Druck nähert sich die Spannung aller Stromstärken der kritischen.
4. Bei Annäherung an unendlich geringen Druck gilt: Oberhalb der kritischen Stromstärke nähert sich die zur Zersetzung notwendige Spannung dem Unendlichen, d. h. die Zersetzung wird unmöglich. Bei kritischer Stromstärke herrscht kritische Spannung. Unterhalb der kritischen Stromstärke fällt die für die Zersetzung notwendige Spannung.

Auf die Abhängigkeit der Spannungsanteile von andern Größen einzugehen, würde hier zu weit führen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Entfernung der Elektroden voneinander nicht allein wegen der Verlängerung des Elektrodenweges eine Rolle spielt. Bekannt ist ferner, daß die Temperaturen des Elektrolyten auf den Spannungsabfall großen Einfluß haben, vergl. Abb. 8. Die Spannung fällt mit steigender Temperatur erheblich.

Zusammenstellung der Spannungs- und Leistungsanteile

Auf Grund der Untersuchungen des Druckzersetzers ergibt sich die Verringerung der einzelnen Anteile der Zersetzerspannung aus Abb. 9 in Abhängigkeit vom Druck. Der Übersichtlichkeit wegen wurden 1500 A angenommen, also eine Stromstärke, die zur Erzeugung von 1 m³ Gas bei normaler Temperatur und 760 mm Q.-S. erforderlich ist. Das Verhältnis G_1 zu E_1 ergibt, daß die atmosphärische Elektrolyse mit nachträglicher Verdichtung in diesem Fall um etwa 25 vH mehr Leistung braucht als die Druckelektrolyse. Dies ist jedoch kein wirtschaftliches Maß für den Leistungsgewinn bei der Druckelektrolyse: denn ein Zersetzer für 200 at kann, wenn er für äußerste Wirtschaftlichkeit gebaut ist, ohne besondere Einrichtungen für atmosphärischen Druck überhaupt nicht auf die Dauer mit der gleichen Stromstärke betrieben werden.

Im Zusammenhang hiermit steht die Tatsache, daß die atmosphärischen Zersetzer unverhältnismäßig mehr Raum beanspruchen als die neuen Druckzersetzer. Bekanntlich kann man jede Elektrolyse bei ganz niedrigen Stromdichten, also auch bei sehr niedrigen Spannungen und mit geringem Leistungsverbrauch, durchführen. Wegen ihres außerordentlich hohen Raumbedarfs sind solche Anlagen aber unwirtschaftlich.

Abb. 9
Beeinflussung der verschiedenen Leistungs- ınd Spannungsanteile durch den Druck bei 1500 A.

Verlauf der Spannung der Knallgaskette
Anwachsen der Spannung nach der Zehnerpotenzlinie
Verlauf der Überspannung
Spannungsverbrauch des Stromes an den Elektroden über der Spannung der Knallgaskette und der Zehnerpotenzspannung einschließlich des Polarisationseffekts, aber ohne den Joule-Verlust im Elektrolyten
Spannung einschließlich Spannungsabfall, bedingt durch den Widerstand des Elektrolyten, ohne Berücksichtigung der Wirkung des Druckes auf die aufsteigenden Gasblasen
reiner ohmscher Spannungsabfall
e Maß für den Spannungs- und Leistungsverbrauch einer Druckzersetzerzelle für 1 m³ erzeugtes Gas
E Spannungsabfall im Elektrolyten, bedingt durch die Einwirkung des Druckes auf die Gasblasen
E_1 Gesamter Spannungs- und Energieverbrauch der Druckelektrolyse
f Leistungsverbrauch bei atmosphärischem Druck
F Gewinn an elektrischer Leistung gegenüber der Elektrolyse bei atmosphärischem Druck
g Kraftverbrauch der atmosphärischen Elektrolyse einschließlich Kompressoranlage
G Kraftverbrauch der Kompressoranlage
G_1 Energiegewinn der Druckelektrolyse gegenüber der atmosphärischen Elektrolyse mit nachträglicher Verdichtung

Wirtschaftliches

Die neuen Druckzersetzer haben folgende praktische rzüge:

1. Guten Wirkungsgrad: Der Kraftverbrauch be- ıgt bei hohen Stromdichten 3 bis 3,5 kWh/m³ bei 200 at.
2. Sehr kleine und billige Anlagen: Die neuen Druck- ːsetzer kosten erheblich weniger als atmosphärische rsetzer und sind oft noch billiger herzustellen als die mpressoren der atmosphärischen Anlagen allein.
3. Hohe Reinheit der Gase: Nach den Versuchen vH Sauerstoff und 99,9 vH Wasserstoff.
4. Raumersparnis: Abb. 10 und 11 zeigen einen Druck- setzer mit innen angeordneten röhrenförmigen Elektro- für 120 m³/h (1 Mill. m³ in einem Jahr) Leistung. Die ndfläche beträgt weniger als 2 m². Die Bau- ist die gleiche wie die für die Reichsbahn be- mte. Besonderes Gewicht ist auf einfachen Einbau gt und darauf, daß trotz der Reihenschaltung das ckzersetzergefäß und die Rohrleitungen gleiche Span- g haben wie die Bedienungsgänge und der Erdboden.
5. Gebäudekosten: Diese spielen bei normalen Zer- zern eine erhebliche Rolle; sie können bei den neuen ckzersetzern häufig ganz gespart werden. Prak- he Versuche haben ergeben, daß man sie im Freien stellen kann.
6. Der Kaufpreis der Kompressoren fällt fort.
7. Die Kosten für die Verdichtungsarbeit entfallen.
8. Die Hauptbedienungskosten, nämlich die für die npressoren, entfallen.
9. Da man die Druckzersetzer für beliebig hohe und nge Gasmengen herstellen kann, so kann die Erzeu- g dezentralisiert werden.

Durch besondere Anordnung für elektrische Reihen- ltung lassen sich selbst kleine Zersetzer mit Reihen- ltung für normale Gleichstromspannungen verwen- . Dies ist bei Druckzersetzern schwierig. Normale Reihenschaltungen sind jedenfalls nicht anwendbar, wenn nicht ganz bestimmte Bedingungen erfüllt sind, da sonst bedenkliche Gasunreinheiten unvermeidlich sind.

Zusammenfassend zeigt Abb. 12 die Vorteile des neuen Druckzersetzers gegenüber der atmosphärischen Elektrolyse.

Betriebsicherheit

Bei Verwendung von Wasserstoff und Sauerstoff-Kompressoren entstehen bekanntlich durch Gasvermischungen, bei Anwesenheit von katalysatorisch wirkenden Bestandteilen, bei zu großer Erwärmung der Kompressoren, insbesondere bei örtlicher Erwärmung durch Kolbenreibung infolge schlechter Schmierung usw., erfahrungsgemäß große Gefahren, die bei den neuen Druckzersetzern vollständig vermieden werden. Bei dem Druckzersetzer kommt keine Schmierung in Frage, da keine beweglichen Teile vorhanden sind. Ferner ist die Gasreinheit so hoch, daß eine Explosion auch bei Anwesenheit eines Katalysators unmöglich wäre, weil eine Explosion nur bei gewissen Gasmischungen entstehen kann.

Anderseits explodiert selbst Knallgas, druckelektrolytisch hoch verdichtet, nicht, wenn nicht starke Katalysatoren anwesend sind. Eine mittelbare Bestätigung hierfür geben die druckelektrolytischen Versuche von C o e h n und J a e n k e l bei 3000 at.

Anwendungsgebiete

Da der Wirkungsgrad des Druckzersetzers mit sinkender Belastung steigt, so bietet ein Betrieb bei Teilbelastung gewisse Vorteile, im Gegensatz zu den meisten andern Maschinenanlagen, bei denen der Wirkungsgrad bei Teilbelastung sinkt. Daraus folgt, daß der Druckzersetzer für schwankende Belastungen, z. B. für die Speisung mit Überschußstrom, sehr geeignet ist.

Da der Druckzersetzer in kleinen Größen billig herzustellen und einfach zu bedienen ist, ergibt sich die Möglichkeit für kleinere und mittlere Verbraucher, die bisher die Gase kauften, diese selbst zu erzeugen. Man spart so an Förderkosten und nutzt die Flaschen weit günstiger aus.

Weit wichtiger sind aber folgende Anwendungsgebiete:

1. E i g e n e r z e u g u n g v o n W a s s e r s t o f f u n d S a u e r s t o f f i n c h e m i s c h e n W e r k e n. Ein besonderer Vorteil ist, daß bei dem neuen Druckzersetzer völlig die Beimengungen im Gas entfallen, die der chemischen Industrie in vielen Fällen Schwierigkeiten be-

Abb. 10 und 11
Druckzersetzer für 1 Mill. m³ jährliche Leistung bei 440 V.

Zu Abb. 12
1 Leistungsverbrauch
2 Bedienungskosten
3 Anlagekosten
4 Grundfläche
a für den Druckzersetzer
b für den atmosphärischen Zersetzer
c Mittelwert für den atmosphärischen Zersetzer allein
d Mittelwert für den Kompressor

Der Raumverbrauch des atmosphärischen Zersetzers schwankt sehr stark.

Abb. 12
Vergleich zwischen Druckzersetzer und atmosphärischem Zersetzer.

reiten. Bei der Stickstoffherstellung wird bereits seit längerer Zeit in Italien und neuerdings in Deutschland und andern Ländern elektrolytisch hergestellter Wasserstoff verwendet. Bei der Kohlenverflüssigung ist die elektrische Energie oft sehr billig zu erhalten, so daß der Wasserstoff für den Hauptprozeß billig im Druckzersetzer erzeugt werden kann; auch der Sauerstoff kann in einzelnen Fällen Verwendung finden.

2. Energiespeicherung. Mit Überschußstrom könnte im Druckzersetzer Wasserstoff erzeugt, dann gespeichert und seine Energie bei gesteigertem Verbrauch in Wasserstoffmotoren, die mit Dynamomaschinen gekuppelt sind, ausgenutzt werden[7]).

Wichtig ist, daß man große Energiemengen auf diese Weise bei sehr geringem Platzbedarf speichern kann (weniger als $^1/_{10\,000}$ des für Wasserspeicherung erforderlichen Raumes). Diese Art der Speicherung ist aber nur bei starken Belastungschwankungen angebracht, weil der Wirkungsgrad nicht sehr hoch ist.

3. Wasserstoff-Lokomotivbetrieb. Ein weiteres Anwendungsgebiet der Kraftspeicherung ist die Wasserstofflokomotive[7]), die zunächst auf den heute sehr unwirtschaftlich arbeitenden Nebenstrecken elektrisch betriebener Hauptbahnen Verwendung finden könnte, ferner da, wo billiger Überschußstrom vorhanden ist. Die hohen Anlagekosten für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Linien mit geringem Verkehr und die schlechte Ausnutzung der elektrischen Energie bei solchen Strecken machen sie bisher unwirtschaftlich. Durch „mittelbaren" elektrischen Betrieb mit druckelektrolytischer Wasserstofferzeugung für Diesellokomotiven läßt sich aber die Wirtschaft zweifellos verbessern.

Das Gewicht der gefüllten Wasserstoffbehälter ist nicht höher als das der Kohle und des Wassers von Dampflokomotiven.

4. Ferngasversorgung. Da mit Hilfe des Druckzersetzers der Druck völlig kostenlos gewonnen wird, so kann man hohen Druckabfall in Rohrleitungen zulassen und den gewonnenen Wasserstoff bei 200 at oder noch höherem Druck in Rohren von außerordentlich geringer lichter Weite auf sehr weite Entfernungen billig fortleiten. Ferner kann man Wasserstoff von 200 bis 300 at dazu verwenden, andere Gase auf 30 bis 40 at zu verdichten und so ausgedehnte Kompressoranlagen zu sparen. Auch der in den Zersetzern gewonnene Sauerstoff kann bei der Verbrennung oder Vergasung Verwendung finden.

5. Erhöhung des Wirkungsgrades bei der Verbrennung. Nach Vorschlägen von Hausmeister[8]) sind Benzin-Automobilmotoren erfolgreich so betrieben worden, daß ein kleiner Zersetzer mit ihnen gekuppelt wurde, der Knallgas in sehr geringen Mengen mit dem übrigen Brennstoff in den Motor förderte. Nach Versuchen in einer süddeutschen technischen Versuchsanstalt ergab sich, daß trotz der Belastung des Motors durch den Zersetzer der spezifische Brennstoffverbrauch erheblich sank und die Leistung stieg. Wichtiger noch ist, daß man Solaröl, das nur einen Bruchteil des Benzins kostet, im Motor verwenden konnte, ohne daß der Motor geklopft hätte.

Es erscheint auch aussichtsreich, die Kohlenstaub- und Ölverbrennung, insbesondere für Kessel, in gewissen Fällen durch Zufügung des Wasserstoffs zu verbessern. Der mit Wasserstoff angereicherte Kohlenstaub ist gegen Selbstentzündung geschützt. Setzt man bei der Verbrennung statt Luft den im Zersetzer gewonnenen Sauerstoff zu, so läßt sich durch Verminderung des Stickstoffgehaltes auch der Abgasverlust verringern.

Findet Wasserstoff in Gebieten mit ausgedehnter Stahlerzeugung in großen Mengen Absatz, so wird Sauerstoff billig für Hochofenbetriebe frei; dort kann übrigens auch Wasserstoff Verwendung finden. In vielen Fällen wird sich auch ein so hoher Preis für den Wasserstoff erreichen lassen, daß der Sauerstoff als Nebenerzeugnis beliebig billig abgegeben werden kann.

Ferner wird man den Wasserstoff verwenden können bei der Herstellung der Seifen und Fette und der Margarine, bei der Kühlung großer elektrischer Stromerzeuger, der Füllung von Luftschiffen und beim elektrischen Schweißen in Wasserstoffatmosphäre, das bereits erfolgreich ausgeführt wird.

Die Anwendungsgebiete sind mit diesen Angaben nicht erschöpft. Auch ist die Druckelektrolyse nicht beschränkt auf Wasserstoff und Sauerstoff. Sie ist daher vielleicht bestimmt, eine grundlegende Stufe in der Entwicklung der Wirtschaft zu bilden.

[7]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 942.

[8]) DRP Nr. 431 570.

Bernhard Dräger †

Der am 12. Januar 1928 im 58. Lebensjahre verstorbene Dr.-Ing. A. Bernhard Dräger hat durch bahnbrechende Erfindungen die heutige vielseitige Verwendung der in Stahlflaschen unter hohem Druck verdichteten Gase ermöglicht und mit nie erlahmendem Erfindereifer auf diesem Gebiete befruchtend gewirkt. Sein Gasstahlflaschen-Verschlußventil, vereint mit dem Gasmengenmesser, dem „Finimeter", und einem Druckminderventil bilden die Grundlage zur sicheren Beherrschung hochgespannter Gase: die Vorbedingung der Gasschmelzschweißung.

Angeregt durch seinen Vater Heinrich Dräger, den Gründer des Drägerwerkes, wandte sich Bernhard Dräger der Nutzbarmachung des Sauerstoffes im Dienste der Medizin zu. Das von ihm 1901 herausgebrachte Sauerstoff-Atmungsgerät machte reinen Sauerstoff für medizinische und Wiederbelebungszwecke leicht anwendbar. Diesem Gerät folgte 1902/03 ein Narkosegerät, mittels dessen ein Narkotikum im Sauerstoffdruckstrom vernebelt und mit reinem Sauerstoff eingeatmet wird. Auf dem eingeschlagenen Wege rastlos weiterschreitend, gelangte Dräger auf das bis dahin noch wenig bearbeitete Gebiet des Gasschutzes. Es galt, ein von äußerer Luftzuführung unabhängiges Sauerstoff-Atmungsgerät zu schaffen, das den Träger nicht nur zum Aufenthalt, sondern auch zu schwerer Arbeit in Giftgasen befähigte. Diese schwierige Aufgabe fand nach anfänglichem Mißerfolg 1910/11 ihre befriedigende Lösung. Die damals gebauten Geräte sind der Ausgangspunkt für die Entwicklung des bergmännischen Rettungswesens auf der ganzen Erde und für den ersten Aufbau des Gasschutzes bei der Feuerwehr, in der Industrie und im Sanitätsdienst geworden. Mit dem Fortschreiten des Unterseebootbaues boten Taucherausrüstungen und Luftreinigungsanlagen neue Aufgaben. Das Vordringen des Menschen in immer höhere Luftschichten regte zur Schaffung eines Ballon- und Flugzeug-Höhenatemgerätes an.

Der Krieg steigerte die Aufgaben des Dräger-Werkes; aber durch Hinzuziehung besonders befähigter Mitarbeiter für die verschiedenen Gebiete vermochte Dräger aller Schwierigkeiten Herr zu werden. An den Fronten und in den Lazaretten zeigte sich die segensreiche Auswirkung seines Schaffens. Seine Leistungen fanden wohlverdiente Anerkennungen, u. a. durch die Ernennung zum Dr.-Ing. E. h. seitens der Technischen Hochschule Berlin.

Die Wirren der Nachkriegzeit vermochten nicht, Dräger an der Weiterentwicklung seiner Gasschutzverfahren zu hindern. Eine Fülle neuer Anregungen ging von ihm aus. So entstanden 1923/24 ein neues Groß-Gasschutzgerät, neue Gasmasken u. a. m. Bernhard Dräger war Sozialtechniker im besten Sinne des Wortes. Die Reichweite seiner Ideen geht weit über seinen Tod hinaus.

[P 1309] Mi.

Versuche aus dem Gebiete der Wärmekraftforschung

Von Max Jakob, Berlin

Zweiter Bericht über die Vorträge und Aussprache auf der 4. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung[1])

Dampfmengenmessung

Über Versuche mit stark erweiterten üsen, sogenannten Forner-Düsen, berichtete Prof. Josse, Berlin. Bei großen Gegendruck- oder Anzapf-binen kann man die Dampfmengen meist nicht durch ndensatmessung bestimmen. An eine Arbeit von Bendemann[2]) anknüpfend, hat G. Forner[3]) zu diesem veck Meßdüsen verwendet, in denen der Dampf so stark pandiert, daß er im engsten Querschnitt Schallgeschwin-keit hat, während er in einer anschließenden Erweite-ng nahezu den Anfangsdruck wieder erreicht. Das durch Düsen strömende Dampfgewicht kann dann aus der mpftemperatur und dem Druck vor der Düse, also ohne ssung des Druckunterschiedes, ermittelt werden nach der annten Gleichung

$$G = f\sqrt{g\,\varkappa\left(\frac{1}{\varkappa+1}\right)^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa-1}}}\sqrt{\frac{p_1}{v_1}} = f\,\psi\sqrt{\frac{p_1}{v_1}},$$

der f die engste Querschnittfläche der Düse bei der Ver-chstemperatur bedeutet p_1 und v_1 den Druck und das spe-ische Volumen vor der Düse.

Während nun Forner bei seinen Versuchen $\psi = 199$ 204 erhalten hat, ergaben die Messungen von Josse und nen Mitarbeitern im Mittel $\psi = 207{,}2$ mit einer Streuung n $\pm$ 0,5 vH. Die Versuche wurden an drei sauber aus-drehten Meßdüsen von 84, 160 und 216 mm l. W. aus-führt, deren Querschnittfläche sich bei 10 vH Steigung f das $q = 4$- oder 4,6fache erweiterte. Die Rundung am lauf betrug 70 vH des kleinsten Durchmessers.

Die Dampfmengen bis 45 000 kg/h wurden bei allen rsuchen, die teils im Maschinenbaulaboratorium der Tech-chen Hochschule Charlottenburg, teils auswärts bei Ab-hmen vorgenommen wurden, in Oberflächenkondensatoren dergeschlagen und als Kondensat gewogen. Die Dampf-icke vor den Düsen betrugen 1,3 bis 3,1 at und wurden t Quecksilbermanometern gemessen. Die Dampftempe-uren vor den Düsen waren so hoch, daß der Dampf noch erhitzt aus den Düsen austrat. Ein Einfluß der Über-zung oder des Druckes konnte nicht festgestellt werden. e Versuche sollen für höhere Drücke fortgesetzt werden.

Forners Gleichung für den höchstzulässigen Gegendruck

$$p_2 = \left(0{,}545 + 0{,}455\sqrt{\frac{q-1}{q}}\right)p_1,$$

rin p_1 den Anfangsdruck bedeutet, hat sich für Düsen-igungen unter 10 vH als richtig erwiesen.

Im Anschluß hieran berichtete Dipl.-Ing. W. Heinen, ßfurt, über eine Anlage der Kali-Forschungsanstalt zur tersuchung von Stauändern und Meß-räten für die Dampfmessung, die er in ßfurt eingerichtet und in Betrieb genommen hat. Die lage, bei der bis zu 10 000 kg/h Dampf zwölf an die nmelleitung angeschlossenen Dampfkesseln entnommen rden können, besteht aus einer Mischeinrichtung für Satt-mpf und Heißdampf, einer Dampfleitung von rd. 60 m nge, wovon 30 m auf die eigentliche Versuchstrecke ent-len, einem Oberflächenkondensator mit Kühlwasserleitun-n für 180 m³/h Wasser und einer Wägevorrichtung für s gesamte Kondensat.

Es sind Rohrleitungen von 175, 125 und 82,5 mm l. W. rgesehen, in denen je sechs Stauänder mit Öffnungs-rhältnissen $m = 0{,}05$ bis 0,75, sowie Dampfmesser bei ücken von 2 bis 12 at zwischen Sättigung und 375° tersucht werden können. Insgesamt sind in die Rohr-tungen fünf Meßstrecken eingebaut, die erste mit Druckentnahmestellen vor, hinter und auf dem Staurand. s Flüssigkeit für die U-Rohr-Manometer soll sich haupt-hlich Azetylen-Tetrabromid (Dichte 3) bewährt haben. i den Stauändern ist durch eine neuartige Konstruktion Druckentnahme auch an der engsten Stelle ermöglicht. ßer Stauändern sollen in der Anlage Dampfmesser mit en Drossel- und Anschlußteilen untersucht werden. An Versuchen sind 16 Beobachter tätig; Meßergebnisse rden noch nicht mitgeteilt[4]).

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) Nr. 10 S. 341. Auch für diesen Bericht wurden von Dipl.-Ing. Fritz Aufzeichnungen und von den Vortragenden szüge freundlichst zur Verfügung gestellt.

[2]) Forschungsarb. Heft 37 (1907). [3]) Z. Bd. 63 (1919) S. 74.

[4]) Die Anlage, die ich mittlerweile besichtigt habe ist gut durch-ildet und dürfte nirgends ihresgleichen haben. Daß die Kessel zum rieb einer Kalifabrik gehören, ergibt leider für die Fabrik sowie i die Versuche Schwierigkeiten.

In der Aussprache wies Prof. Jakob darauf hin, daß man beim Messen von Wasser- oder Dampfmengen in der glücklichen Lage sei, durch Wägen des Wassers die Durchflußzahl unmittelbar bestimmen zu können, während unmittelbare Messungen von Gasmengen nicht leicht möglich seien. Große Gasometer, die man hierzu verwenden könnte, sind kaum für längere Zeit verfügbar, und die Ausmessung ihres Inhalts ist schwierig. Jakob und Erk haben daher die Gasmenge mittelbar aus dem Druckgefäll in glatten Rohren berechnet. Die mit Staurohren gemessene Verteilung des dynamischen Druckes über den Querschnitt haben Jakob und Kretzschmer bei noch unveröffentlichten Versuchen bis zu Reynoldsschen Zahlen $R = 900\,000$ (bezogen auf die lichte Weite der verwendeten Normaldüse) benutzt. Dabei wurde festgestellt, daß die Durchflußzahl, die nach Jakob und Erk zwischen $R = 100\,000$ und $R = 300\,000$ praktisch unveränderlich 0,96 beträgt, bei höheren Reynoldsschen Zahlen auf rd. 0,99 zunimmt. Die absolute Genauigkeit der Messung von Luft- und Gasmengen mit Hilfe von Düsen und Stauändern kann günstigenfalls auf $\pm$ 1 vH veranschlagt werden, sonst nur auf $\pm$ 2 vH. Die Ungenauigkeit ist also etwa doppelt so groß wie die der Dampfmessung nach Josse.

Ing. Stach, Bochum, bemerkt hierzu, daß er in der Bergschule in Bochum Durchflußzahlen der Normaldüsen im Einlauf von 0,8 bis 1 gefunden habe. Je näher man ein vorgeschaltetes Sieb an die Düse heranrückte und je enger seine Maschenweite war, desto kleiner war die Durchflußzahl. Stauänder im Einlauf mit Öffnungsverhältnissen $m = 0{,}36$ bis 0,64 ergaben Durchflußzahlen von 0,675 bis 0,70; im Auslauf sanken die Durchflußzahlen sogar unter 0,60, was allerdings noch der Nachprüfung bedürfe. Jakob führt auf Grund seiner Versuche mit Kretzschmer aus, daß durch das Sieb die Geschwindigkeit im Querschnitt gleichmäßiger werde, ähnlich wie wenn man die relative Rauhigkeit der Rohrwand verringere. In beiden Fällen werde die Durchflußzahl kleiner. Im Einlauf sei das Öffnungsverhältnis von untergeordneter Bedeutung.

Prof. Loschge, München, hält bei einer Genauigkeit der Düsenmessungen von nur 1 bis 2 vH entsprechende Toleranzen in den Regeln für die Abnahme von Dampfanlagen für erforderlich. Bei Normaldüsen habe er neben dem Einfluß des Durchmessers auch einen Einfluß des Druckes festgestellt, der bei Düsen mit zylindrischer Verlängerung nicht auftrete. Bei Normaldüsen habe man zuweilen auch einen labilen Strömungszustand beobachtet, der eine größere Durchflußzahl (0,985) ergebe als normale stabile Strömung.

Prof. Nußelt, München, meint, man solle, statt immer nur Durchflußzahlen, den Energieumsatz längs der Stromfäden untersuchen. Zwei Stromfäden in der Düse seien stets bekannt, nämlich die Achse und die Profillinie der Düse. Er habe vor einigen Jahren Versuche in dieser Richtung mit Staurohren unternommen[5]), die an der Wand nach dem Düsenprofil gebogen waren. In der Achse habe er dabei adiabatische Expansion festgestellt, am Düsenrand dagegen wegen der zu starken Abrundung des Profils zunächst Expansion unter den Außendruck und dann wieder Verdichtung bis zum Außendruck. Während der Expansion war auch an der Wand die Strömung verlustlos; die darauf folgende Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck verursachte beträchtliche Verluste. Vielleicht gäbe die Anwendung dieses Versuchsverfahrens auf die Normaldüsen einen Einblick in deren Arbeitsweise.

Prof. Zerkowitz, München, regt an, sich nicht mit der Mengenmessung zu begnügen, sondern auch die Strömung in Turbinenschaufeln mehr als bisher zu studieren. Die Unterschallgeschwindigkeit werde beim Übergang zum Hochdruckdampf immer wichtiger. Er habe auf dem Prüfstand der Maffeischen Fabrik in München Versuche mit stark gekrümmten Düsen begonnen.

Spezifische Wärme von überhitztem Hochdruckdampf

Über die Fortsetzung der Versuche im Münchener Laboratorium für technische Physik bis zu 120 at sprach Dr. W. Koch. Der Dampf wird in einem Hochdruckkessel erzeugt und in zwei elektrisch geheizten Vorüberhitzern auf die gewünschte Temperatur gebracht. Das Kalorimeter besteht aus einer Stahlrohrschlange, die mit einem Aluminiumklotz umgossen ist; es ist mit einem Heizmantel umgeben, der auf dieselbe Temperatur gebracht wird. Die Isolierung besteht aus Aluminiumblech und Luftschichten.

[5]) Zeitschr. f. Motorluftschiffahrt u. Flugtechn. Bd. 6 (1915) S. 179.

Die Temperatursteigerung im Kalorimeter wird mit Hilfe von Thermoelementen gemessen, das Druckgefälle des Dampfes in der Kalorimeterschlange, das eine Temperaturkorrektur bedingt, mit Hilfe eines Differentialmanometers. Der Dampf wird kondensiert und gewogen. Die bisherigen Messungen ergaben bei 20 und 30 at gute Übereinstimmung mit den früheren Versuchen. Bei 120 at erreicht die spezifische Wärme des Dampfes nahe der Sättigung den Wert 2, also das Doppelte der spezifischen Wärme von Wasser.

Verbrennungsvorgänge in Maschinen

Nußelt berichtet zunächst über die Geschwindigkeit der Verbrennung von Kohlenstaub unter Druck. Die gemeinsam mit Dipl.-Ing. Wentzel im Laboratorium für Wärmekraftmaschinen der Technischen Hochschule München begonnenen Versuche sollen eine thermodynamische Vorarbeit für den Bau des Kohlenstaubmotors sein, an dem zwei Stellen in Deutschland arbeiten und der Aussicht bietet, die Brennstoffkosten im Vergleich zur Ölmaschine auf etwa ¼ zu ermäßigen.

Die Versuchseinrichtung, Abb. 1, besteht aus einer kugelförmigen Bombe für Drücke bis zu 120 at. Von oben wird durch ein Ventil der Kohlenstaub mittels Druckluft eingeblasen. Die Luft in der Bombe wird vorher dadurch erhitzt, daß man darin ein Gemisch von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff elektrisch zündet. In die sich abkühlenden Gase wird bei einem bestimmten Druck der Kohlenstaub eingeblasen; er verbrennt dann in heißer Druckluft, die allerdings statt Stickstoff teilweise Wasserdampf enthält. Die Verbrennung wird an Zeitdruckdiagrammen studiert, aus denen der Zündverzug, die Dauer des Druckanstiegs bei der Verbrennung und die Verbrennungszeit abgelesen werden. Durch Senkung der Temperatur beim Einblasen des Kohlenstaubes kann man ferner die Selbstzündungstemperatur ermitteln.

Nachdem das Knallgas entzündet worden ist, schließt ein Kontaktmanometer f während der Abkühlung der Gase beim Erreichen eines einstellbaren Druckes einen elektrischen Stromkreis, und hierdurch wird der Steuermagnet g betätigt, der den Kolbenschieber h bewegt. Dadurch wird Drucköl zu dem Kolben i am Einspritzventil geleitet und die Ventilnadel gehoben. Der Nadelhub wird zusammen mit den Schwingungen einer Stimmgabel aufgezeichnet.

Bisher wurde mit Anfangsdrücken von 1,65 und 3,1 at u. a. gefunden, daß der Zündverzug mit Zunahme von Druck und Temperatur kleiner wird (bei 1000 °C rd. 0,01 s). Unter 655 °C trat bei 1,65 at Anfangsdruck keine Zündung des Kohlenstaubs mehr ein. Auf Anfragen teilte der Vortragende mit, daß er der Einfachheit halber einen gewöhnlichen Bleistiftindikator von Maihak verwende. Er glaubt, aus den beiden Verbrennungslinien im Diagramm den Einfluß der Kolbenmasse ausscheiden zu können. Prof. Neumann, Hannover, bemerkte, er benutze einen optischen Indikator von großer Genauigkeit. Der Zündverzug werde vielfach durch die Trägheit der Indikatoren vergrößert.

Sodann sprach Nußelt über das Klopfen von Vergasermaschinen. Schon Midgley und Boyd[6]), die bekannten Entdecker eines Klopfschutzmittels, haben ein einfaches Gerät zum Messen der Klopfstärke gebaut. Auch gibt es zahlreiche Theorien über die Ursache des Klopfens und die Wirkung der Klopfschutzmittel; doch scheint bisher nur festzustehen, daß die Berthelotsche Explosionswelle im Arbeitszylinder das Klopfen verursacht. Nußelt führt seine Versuche gemeinsam mit Dipl.-Ing. Auer an einem Benzinmotor von 6 PS und 320 Uml./min aus, dessen Verdichtungsverhältnis 1 : 4 beträgt und sich durch Beilagen am Kolben und an der Pleuelstange auf 1 : 8 steigern läßt. Zeitpunkt und Stärke des Klopfstoßes sollen mit dem Polsterschen Stoßmesser[7]) ermittelt werden. Dieser besteht aus einer kleinen Stoßmasse aus Eisen, die mittels einer sehr weichen Feder am Kolben des Motors befestigt und durch Spannen der Feder auf einen Platinkontakt am Kolben gedrückt wird. Wird der Kolben durch den Klopfstoß weniger beschleunigt als der Stoßmesser durch die Feder, so bleibt während des Stoßes der Kontakt zwischen Stoßmesser und Kolben bestehen; andernfalls reißt der Kontakt ab, und es wird der elektrische Strom unterbrochen, der den Zeitpunkt des Stoßes aufzeichnet. Durch Ändern der Federspannung kann man die durch das Klopfen verursachte Beschleunigung des Kolbens der des Stoßmessers gleich machen und so den Stoßimpuls ermitteln.

Die bisherigen Versuche zeigten, daß der Stoß immer nach dem Totpunkt eintritt und mit zunehmender Belastung der Maschine sich dem Zeitpunkt des Totpunktes nähert.

[6]) Z. Bd. 67 (1923) S. 158.
[7]) Z. Bd. 58 (1914) S. 867.

Abb. 1
Versuchseinrichtung zur Untersuchung der Geschwindigkeit der Verbrennung von Kohlenstaub unter Druck.

a zur Druckluftflasche
b zum Hg-Manometer
c zur H_2-, O_2-, N_2-Flasche
d Ventile
e Zündkerze
f Kontaktmanometer
g Steuermagnet
h Steuerschieber
i Kolben
k Kohlenstaubeinfüllung
l Einblaseluft
m Indikator
n Zeitschreiber
o Nadelhubschreiber
p Indikatorantrieb
q Rührwerk
r zur Luftpumpe

Bei veränderter Vorzündung der Maschine bleibt die Zeit zwischen Zündung und Klopfstoß konstant.

Ferner läßt Nußelt durch Dipl.-Ing. Braun in einem 6 m langen Stahlrohr von 25 mm Dmr. die Ausbreitung und Entstehung der Explosionswellen von Benzindampf-Luft-Gemischen messen, indem Hilfsfunkenstrecken beim Durchstreichen der Zündwelle zum Ansprechen gebracht werden.

Über optische Untersuchungen von Explosionsvorgängen, die mit Mitteln der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft im Maschinenlaboratorium der Dresdner Hochschule ausgeführt werden, berichtete Dipl.-Ing. W. Lindner, Dresden. Die bisher bekannten Aufnahmeverfahren arbeiten mit dem eigenen Licht der Verbrennung und sind daher bei schwach leuchtenden Brennstoffgemischen nicht brauchbar; auch ergeben sie nur unscharfe Bilder. Lindner nimmt daher die Explosionsvorgänge nach der Töplerschen Schlierenmethode auf. Dabei wird mit durchfallendem Licht und Dunkelfeldbeleuchtung gearbeitet, wobei die Linien optischer Dichteänderung, d. h. die Flammenfront und die Front der Verdichtungswellen, wiedergegeben werden. Belichtet wird mit elektrischen Funken, die nur außerordentlich kurze Belichtungen erfordern.

Bei der im Bau befindlichen Anlage können von Explosionsvorgängen in einem Stahlgußgefäß oder in beliebigen kleinen Räumen auf einer rasch umlaufenden ebenen Filmscheibe bis zu acht Aufnahmen gemacht werden. Da das Schlierenverfahren nur mit ausgeblendeten Lichtstrahlen arbeitet, sind für die Beleuchtungsfunken große Energien erforderlich, die in Hochspannungskondensatoren gespeichert werden. Zum Auslösen der Beleuchtungsfunken und zum Verzögern zwischen Zündung und Belichtung dienen besondere Einrichtungen. [M 1311]

RUNDSCHAU

Maschinenteile

Lager

Die im Rahmen der Werkstofftagung am 1. November 1927 in der Technischen Hochschule Charlottenburg ber Lagermetalle gehaltenen Vorträge befaßten sich mit er Technologie der Lagermetalle und der Prüfung der leit- und Wälzlager sowie der hydrodynamischen Theorie er Lagerreibung. Da Werkstoff und Gestaltung eines neuitlichen Lagers weitgehend durch die theoretische und ersuchsmäßige Erforschung der Lagerreibung bedingt ind, seien zuerst die Vorträge besprochen, die die wissenhaftlichen Grundlagen des Lagerbaues behandelten, dann rst die über die praktische Auswirkung der gewonnenen rkenntnisse.

Lagerprüfung

Dr.-Ing. E. vom Ende, Berlin, behandelte die empische, möglichst die Betriebsverhältnisse nachahmende agerprüfung. Diese erstreckt sich zunächst auf die auart der Lager, indem man z. B. aus der Erwärmung in versuchsmäßig die für gegebene Verhältnisse günstigste halenlänge ermittelt. Ferner untersucht man die Schmieıng, etwa den Unterschied zwischen Fettkammer- und aufferbüchsenschmierung, dann die Werkstoffe: Zapfen, hmiermittel und Lagerschale. Der Zapfen muß glatt und rt sein und ein feines Gefüge haben. Beim Schmiermittel t der Einfluß der Temperatur und nach neueren Untertchungen auch der des Druckes zu beachten. Die Eignung s Lagermetalles hängt von zahlreichen Eigenschaften ab: usammensetzung und spezifisches Gewicht beeinflussen den reis, das Gefüge die Oberfläche und damit die Laufeigenhaften, das Schwindmaß das Haften des Metalls an den agerschalen; der Verlauf der Erstarrung bedingt die Gießmperatur; Warmhärte, Druck- und Biegefestigkeit sind aßgebend für die Widerstandfähigkeit des Lagers gegen oßbeanspruchung.

Für die Beurteilung eines Lagermetalls ist der betriebsäßige Versuch auf dem Prüfstand maßgebend, wobei in ster Linie die Erwärmung des Lagers und das Reibungsoment gemessen werden müssen. Von Bedeutung sind rner der mittlere Lagerdruck, die Umfangsgeschwindigeit des Zapfens, die Zähigkeit des Öles und die Lage des pfens im Lager (Schichtdicke des Ölfilms). Die Temratur des Lagers soll in Bohrungen des Zapfens oder der igerschalen gemessen werden, möglichst in der Gegend s größten Lagerdrucks. Das Drehmoment kann man mitls einer Reibungswage messen, wie z. B. auf dem Prüfand des National Physical Laboratory oder mittels Toronsdynamometers, wie auf den Prüfständen der Physikasch-Technischen Reichsanstalt oder der Technischen Hochhule Charlottenburg. Mit der

Messung der Schmierschichtdicke

faßten sich Vorträge von V. Vieweg, Berlin, und von uffing, Hamburg[1]). Während im Zustand der Ruhe der pfen auf der unteren Lagerschale aufliegt, ist er, wenn s Lager mit vollkommener Schmierung läuft, durch eine inne Ölschicht auf allen Seiten von den Lagerschalen getennt; dabei liegt das Zapfenmittel nicht im Mittel des igers. Von außerordentlicher Bedeutung für die hydronamische Lagerreibungstheorie ist es, die Verlagerung des pfens zu beobachten und damit zugleich die Dicke des films zu messen. Da es sich um Bewegungen von höchens 100 μ handelt, sind optische und elektrische Meßverhren von höchster Feinheit notwendig.

Bei einem der optischen Verfahren wird ein kleines etallplättchen mit einem Kreuzgitter von 2 bis 4 μ Strichstand an der Stirnfläche des Zapfens angebracht. Wenn s Lager läuft, erscheint die Drehachse als ein schwarzer inkt, und man kann ihre Lage mit einem Okularmikroskop smessen. Dieses Verfahren haben V. Vieweg und H. etthauer an der Physikalisch-Technischen Reichsstalt ausgebildet und angewendet, bald jedoch durch ein nfacheres und allgemeiner verwendbares ersetzt: In einem ikroskop, dessen optische Achse die Welle berührt, beachtet man die Interferenzstreifen, die eine passende tische Einrichtung an der Welle erzeugt. Verwendet man n Prisma, so kann man beide Verschiebungsrichtungen des pfens beobachten und photographisch aufzeichnen.

Jacquerod und seine Mitarbeiter untersuchten die rlagerung von geschmierten und ungeschmierten Uhrenpfen, indem sie durch ein Lichtbündel parallel zur Achse s Lagerspiel beleuchteten und mit einem Mikroskop bechteten. Dabei ergab sich eine weitgehende Übereinstimmung mit den Verhältnissen an Gleitlagern von der Größe, die im Maschinenbau üblich ist. Auf elektrischem Wege kann man den Isolierwiderstand der Ölschicht messen; dies Verfahren macht eine einfache Überwachung der Schmierung möglich: man schaltet den Ölfilm in den Stromkreis einer Glühlampe. Aufleuchten der Lampe zeigt an, daß die Schmierung versagt.

Für Zwecke der Forschung ist jedoch am geeignetsten das von H. Schering und R. Vieweg an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelte Verfahren der Kapazitätsmessung, wobei man die Gleitflächen als Platten eines Kondensators schaltet. Mit diesem Verfahren gelang u. a. der Nachweis, daß sich auch in Wälzlagern bei genügend hoher Drehzahl ein Öl- oder Fettfilm zwischen den tragenden Flächen ausbildet, der allerdings nur 2 bis 5 μ (gegen 20 bis 100 μ bei Gleitlagern) dick ist.

G. Duffing leitete seinen Vortrag über Reibungsversuche an Gleitlagern mit einer Beschreibung des Prüfstandes im technischen Laboratorium der Rhenania-Ossag Mineralölwerke, Hamburg, ein. Dieser gestattet, die Schmiereigenschaften von Ölen genau zu untersuchen; die Ergebnisse stimmten jedoch zunächst nicht mit der hydrodynamischen Theorie der Lagerreibung überein. Eine Erklärung hierfür ist, daß das Lager, im Gegensatz zu dem von Reynolds seiner Theorie zugrunde gelegten, eine endliche Breite hat. Eine weitere Ursache liegt in den Unebenheiten der Gleitflächen. Durch Annahme regelmäßig angeordneter Unebenheiten hat Duffing die Reynoldsschen Berechnungen verfeinert.

Das Ergebnis dieser Arbeit gibt einen Einblick in die Bedeutung der Glättung der Gleitflächen und die Wirkung des kolloidalen Graphits. Im Gebiet mäßiger Laufgeschwindigkeiten herrscht gute Übereinstimmung zwischen den Berechnungen und den Versuchen. Weitere Versuche im Gebiet der Teilschmierung betreffen das Filmbildungsvermögen verschiedener Schmiermittel, das Verhältnis des Höchstdrucks im Film zu der mittleren Lagerbelastung und den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und die Lagerreibung.

Wahl des Lagermetalls

E. Falz, Hannover, sprach sodann über die Lagerschmierung als Ausgangspunkt für die Wahl des Lagermetalls. Die Bedeutung der neueren Forschung liegt darin, daß man die Anforderungen an Lagermetalle aus dem physikalischen Vorgang der Lagerschmierung ableiten kann. Wir wissen jetzt, daß sich im Gebiet der flüssigen Reibung die Gleitflächen überhaupt nicht berühren. Der Zapfen schwimmt auf dem Schmierkeil, dessen Ausbildung ein gewisses Lagerspiel und glatte Flächen voraussetzt. Schmiernuten, die Stellen höheren Öldruckes mit solchen niedrigen Druckes verbinden, stören die richtige Ausbildung des Schmierkeiles. Bei zu langen Lagerschalen berühren sich, namentlich bei starrer Lagerung, infolge der unvermeidlichen Verbiegung der Welle die Gleitflächen an den Enden des Lagers, so daß es dort heiß läuft. Selbsteinstellung ist deshalb stets vorzuziehen.

Das sogenannte „Einklinken", d. h. der Beginn der unvollkommenen Schmierung, erfolgt, wenn die Dicke der Schmierschicht (z. B. bei zu hoher Lagerbelastung) kleiner wird als die Unebenheiten der Gleitflächen. Nach Messungen von Berndt sind Drehriefen 0,01 bis 0,02 mm, Schleifriefen 0,004 bis 0,005 mm tief. Die beste Glättung der Gleitflächen erreicht man durch Einlaufen, das die Unebenheiten bei Bronzelagern abschleift, bei Weißmetallagern verquetscht. Kolloidalgraphit bewirkt beim Einlaufen höchste Glättung dadurch, daß er die Räume zwischen den Unebenheiten ausfüllt. Bei richtig geschmierten Lagern spielt das Lagermetall nur beim Anfahren und Stillsetzen eine Rolle. Hochwertige Lagermetalle mit besondern Gleiteigenschaften und hoher Festigkeit sind nur bei Lagern am Platze, die unter hoher Flächenpressung entweder häufig oder dauernd im Gebiet halbflüssiger Reibung arbeiten oder harten Stößen ausgesetzt sind. Bei Lagern, die dauernd im Gebiet der flüssigen Reibung arbeiten und nur bei geringem Flächendruck anzufahren haben, genügen billigere Lagermetalle.

Dr.-Ing. R. Kühnel, Berlin, sprach über

Lagermetalle auf Blei- und Zinnbasis.

Geht man vom Gefügebild aus, so sind nicht nur, wie man früher glaubte, die Metalle brauchbar, die in einer weichen Grundmasse harte „tragende" Kristalle zeigen, sondern auch homogene Metalle haben sich gut bewährt. Von den im Normblatt Din 1703[2]) aufgeführten Metallen haben sich im Laufe der Zeit Wm 80, 42, 10 und 5 am

[1]) Diese Vorträge werden später veröffentlicht.

[2]) Normblattverzeichnis, ausgeg. April 1925.

meisten durchgesetzt. Wm 42 ähnelt in den Eigenschaften sehr Wm 10 und Wm 5, ist aber trotz der Kosten des vierfachen Zinngehaltes sehr verbreitet.

Wm 80 wird hauptsächlich für hochbeanspruchte Lager verwendet (z. B. Kraftwagen, Schiffsmaschinen, Walzwerke); außer dem hohen Preis hat es noch den Nachteil geringer Warmhärte, also der Empfindlichkeit gegen Heißlaufen. Die Metalle mit geringerem Zinngehalt bis Wm 42 eignen sich für die Lager von Lokomobilen, Straßenbahnen, Zentrifugen usw. Wm 10 und 5 sind im Krieg infolge des Rohstoffmangels entstanden, werden aber für landwirtschaftliche Maschinen, leichte Transmissionen und Holzbearbeitungsmaschinen auch jetzt noch gern benutzt.

Von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung sind die Bemühungen, das teure, aus dem Ausland stammende Zinn zu ersetzen, also einer zinnarmen Legierung gute Laufeigenschaften zu verleihen. Dazu kann man entweder fremde Bestandteile dem Lagermetall beimengen: fein verteilter Graphit verbessert die Laufeigenschaften erheblich, verringert aber die Festigkeit; in die Beusch-Lager werden ölsaugende Schwemmsteine eingegossen, was sich an manchen Stellen gut bewährt hat. Die Glyco-Skelettlager enthalten ein verzinntes Flußeisengerippe, also gewissermaßen einen großen tragenden Kristall.

Ein andrer Weg zur Verbesserung der zinnarmen Legierungen ist das Beilegieren von Metallen, die hauptsächlich die Eigenschaften der eingebetteten Kristalle beeinflussen. Die Zugabe von Nickel, manchmal zusammen mit Kadmium, führt zu den Sonderlegierungen, wie Thermit, Careco, Nico usw., bei denen in einem bleihaltigen Eutektikum harte Blei-Nickel-Antimon-haltige Primärkristalle eingebettet sind.

Die besondere Beanspruchung der Eisenbahnlager, die hohe Warmhärte und Zähigkeit verlangt, führte nach langen Versuchen auf einem dritten Wege zum Ziel. Werden Alkalien oder Erdalkalien dem Metall beigemengt, so wirken sie härtend auf die Grundmasse. Das Ergebnis der Versuche ist das Bahnmetall, dessen Zusammensetzung in vH ist: Ca 0,73, (— 0,08), Li 0,04 (± 0,01), Na 0,58 (— 0,08), Rest Pb. Die Zahlen in Klammern sind die zulässigen Abweichungen. Bei 20 ° betragen: Druckfestigkeit 17 bis 20 kg/mm², Härte 34 kg/mm², Biegefestigkeit 16,5 kg/mm², Verformung bis zum ersten Anriß 28 vH der Höhe, spezifisches Gewicht 10,56. Wie man sieht, sind die Eigenschaften ausgezeichnet; die Härte ist größer als bei der Legierung Wm 80. Das Gefügebild zeigt helle, Ca-reiche Kristalle in einer Pb-reichen Grundmasse. Auch die Dauerschlagprobe, der der Vortragende eine weitere Verbreitung wünscht, kennzeichnet das Bahnmetall als eine sehr hochwertige Legierung.

Auch H. Müller, Göttingen, beschäftigte sich in seinem Vortrag

Technologie der Lagermetalle[3])

mit dem Bahnmetall, besonders im Vergleich zum Regel- und zum Einheits-Lagermetall. Die thermische Analyse ergibt für das Bahnmetall einen sehr günstigen Verlauf der Abkühlung. Der obere Haltepunkt, der die Gießtemperatur bestimmt (470 bis 600 °), liegt bei Regel- und Bahnmetall gleich hoch. Der untere Haltepunkt, der den Beginn der Erweichung kennzeichnet, liegt für Regelmetall bei 232 °, für Bahnmetall bei 320 °. Daher hat das Bahnmetall eine größere Warmhärte. Die Geschwindigkeit der Abkühlung hat auf die technologischen Eigenschaften einen geringen Einfluß, einen größeren aber auf das Nachhärten, das als Selbstveredelung für das Bahnmetall wichtig ist.

Zum Gießen eignet sich am besten ein Generatorofen (Bauart Göttingen) mit Koksbetrieb. Er enthält eine Ausschmelzkammer für zu erneuernde Lagerschalen und eine Vorwärmkammer für die Gießkokillen. Der Tiegel hängt in einer Schwenkvorrichtung mit selbsttätigem Deckelverschluß. Beim Gießen dreht sich der Tiegel um seine Schnauze; dadurch wird ein sparsames und gleichmäßiges Gießen erreicht. Die Kokillen sollen für steigenden Guß eingerichtet sein, damit Schaum und Luftblasen in Schaumsäcken und im oberen Teil des Eingußtrichters abgefangen werden können. Die Lagerschalen sollen für das Ausgießen zweckmäßig gestaltet sein, schwalbenschwanzförmige Nuten zum Festhalten des Metalls und Nuten oder Löcher für Luftabzug beim Gießen haben. Wichtig ist es, die Gießtemperatur mit dem Pyrometer dauernd zu überwachen.

Der starke Andrang sowie die angeregte Aussprache nach den Vorträgen, bewiesen das große Interesse, das aus den verschiedensten Gebieten der Technik den behandelten Fragen entgegengebracht wird. [N 1234]

Berlin S. Erk

[3]) Der Vortrag erscheint in einem der nächsten Hefte.

Eisenhüttenwesen

Tiefofenkrane mit Deckelabhebevorrichtung und Hilfskatze

Für die Weiterverarbeitung im Walzwerk müssen die in der Gießhalle des Stahlwerks in Kokillen gegossenen und nach oberflächlichem Erstarren mittels Abstreifkrane aus ihrer Form gestoßenen Blöcke auf die für diesen Zweck vorteilhafteste vollkommen gleichmäßige Temperatur gebracht werden[1]). Dies geschieht in den sogenannten Ausgleich- oder Durchweichgruben oder in den Tieföfen, d. h. in engen, gut verschließbaren Gruben mit feuerfester Ausmauerung, die in den meisten Fällen noch geheizt werden.

Die Tieföfen werden mit Deckeln aus Stahlguß abgeschlossen, die ebenso wie die Gruben mit feuerfester Ausmauerung versehen sind. Will man diese Deckel beim Einsetzen und Herausnehmen der Blöcke abnehmen, benutzt man vielfach besondere, vom Tiefofenkran unabhängige, auf dem Flur der Halle fahrende Wagen. Man trifft diese in allen Entwicklungsformen, vom kranartigen, zweirädrigen Gebilde mit Fortbewegung von Hand bis zum elektrisch betriebenen Kranwagen, der ähnlich wie ein Laufkran die ganze Tiefofenanlage durch einen fahrbaren Träger überspannt, und auf dem die mit einem Greiforgan zum Abheben der Deckel versehene Katze sich bewegt, Abb. 1.

Da jedoch bei dieser Einrichtung stets zwei von verschiedenen Personen geführte Maschinen zur Bedienung der gleichen Stelle der Halle erforderlich sind, findet man die getrennte Bedienung der Gruben durch Deckelabhebwagen und Tiefofenkrane eigentlich nur in Anlagen mit besonders großer Leistungsfähigkeit, während sonst die Arbeit des Deckelabhebens fast durchweg dem Tiefofenkran, allerdings auf Kosten seiner Blockleistung, übertragen wird. Der Deckel kann je nach der Ausbildung des Deckeloberteils entweder mit der Blockzange, wobei jedoch die Arbeit wesentlich verzögert wird, oder mit besonderen für diesen Zweck geeigneten Vorrichtungen mit Zangengehänge abgehoben werden.

Bei einer neueren Ausführung wird die zweischiffige Tiefofenanlage der Hütte Ruhrort-Meiderich der Vereinigten Stahlwerke, von zwei vollkommen gleichartigen Tiefofenkranen mit Deckelabhebevorrichtung von je 16,4 m Spannweite bedient, Abb. 2. Diese Krane sind mit je zwei Laufkatzen ausgerüstet, und zwar der eigentlichen Tiefofenkatze von 8 t Tragkraft und einer Hilfskatze von 6 t Tragfähigkeit, die zur Vornahme sonstiger in der Tiefofenhalle erforderlich werdenden Förderarbeiten dient. Die Tiefofenkatze trägt an einer starren, mit Hub- und Drehwerk ausgerüsteten Führung die Zange für die Blöcke und an einem besonderen Arm eine kleine Zange zum Abheben der Tiefofendeckel.

Abb. 1
Elektrischer Kranwagen mit Katze und Greiforgan zum Abheben der Deckel (Demag).

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 200.

Die Blockzange wird im unbe-
teten Zustande durch eine Ver-
gelung stets ganz offengehalten,
b. 3 und 4. Ein Schließen ohne
heriges Aufsetzen der Zange auf
Block sowie ein unbeabsichtig-
Öffnen der geschlossenen Zange
ch Aufstoßen des einmal gefaß-
Blockes ist ausgeschlossen. Zur
fnahme eines Blockes wird die
ıge gesenkt, die Ansätze *a* der
enkel *b* setzen sich auf den Kopf
Blockes auf, wobei die Zangen-
enkel in den schrägen Schlitzen
Zangenschildes *c* nach oben ge-
oben werden. Hierauf wird
tels Fußhebels im Führerkorb
Verriegelung gelöst. Beim Hoch-
ıen des Zangenbaumes wirkt das
ckgewicht durch Bolzen mit Rol-
d und die Schrägschlitze im
genschild *c* als Schließkraft.
h dem Senken des Blockes in
Tiefofen oder Aufstellen auf den
kkipper des Zuführrollgangs
Blockstraße öffnet sich die
ge bei weiterem Senken des
genbaumes, um nach vollständi-
Öffnen selbsttätig wieder ver-
elt zu werden.

ie Deckelabhebezange, die eben-
s mittels Fußhebels betätigt
d, greift in einen trichterförmi-
Aufsatz am Tiefofendeckel ein
hält ihn durch Auseinander-
izen fest. Der Arm der Deckel-
gen wird durch eine Kurvenfüh-
g so bewegt, daß der Deckel ge-
unter der Blockzange gefaßt
d. Beim Anheben schwenkt er
lich aus und gibt so der Block-
ge den Weg nach dem Tiefofen frei. Dann kann sie,
e daß nochmaliges Verfahren des Kranes erforderlich
e, den Block ergreifen oder in den Ofen einsetzen. Auf
e Weise werden die Blöcke in kürzester Zeit und
er unter geringstem Wärmeverlust befördert.

Die Arbeitsgeschwindigkeiten der Krane sind so be-
sen, daß jeder Kran, falls er nicht zu andern Neben-
eiten herangezogen wird, etwa 40 Blöcke in der Stunde
en, oder da die Blockzange jeden Block zweimal fassen
, den Durchgang von etwa 20 Blöcken in der Stunde
h die Tiefofenhalle vermitteln kann.

Da demnach die Krane alle notwendigen Arbeiten aus-
en, ist die Anwesenheit von weiteren Bedienungsper-
n auf den Fluren der Tiefofenhallen nicht erforderlich.
[M 720]

Abb. 2
Tiefofenkran mit Deckelabhebevorrichtung, gebaut von der Demag A.-G., Duisburg.

Verarbeitende Industrien.

Amerikanisches Emaillierwerk.

Ersparnis an Förderkosten und hohes Ausbringen sind
ı bei Neuanlagen von Emaillierwerken die Leitgedan-
Die neue Anlage der Louisville Enameled Products
Louisville, Ky., ist nach diesem Leitsatz erbaut worden[1]).

Gußteile oder Bleche, die emailliert werden sollen,
n zuerst durch den Sandstrahlgebläseraum, der mit
m Zementsandbehälter für unmittelbare Entladung aus
Eisenbahnwagen ausgestattet ist. Ein umlaufender
h befördert die Teile in den Sandstrahlgebläseraum.

Das Beizen der Stücke wird in einem besonderen Raum,
mit Deckenlaufkatze mit elektrischer Hebe- und Senk-
ichtung ausgestattet ist, ausgeführt. Die Laufkatzen-
geht bis zum Lager für die Rohstoffe. Die
ille wird im Mahlraum in drei Mühlen von je 227 kg
lt und zwei Mühlen von je 136 kg Inhalt gemischt.
l- und Beizraum liegen unmittelbar bei dem Tauch-
lter und den Verschlägen, in denen man durch die Zer-
ber Deckemaille aufträgt. Unter die hochliegenden
len werden auf Rollen laufende 125 l-Kannen gestellt.

Flache Bleche und andre Teile werden in einem Tauch-
lter, der einen drehbaren Rechen hat, getaucht. Ist die
Hälfte des Rechens voll, wird der Rechen gedreht, wo-
h die Teile in die Emaille eintauchen; dann wird die
e Hälfte des Rechens gefüllt usw. Die Ständer für das
ragen der Deckemaille werden durch einen Hilfsarbeiter
llt und entleert, so daß der den Zerstäuber bedienende

[1]) „The Iron Age" Bd. 121 (1928) S. 264.

d d d c a a b b b c 600 300

Abb. 3 und **4**. Blockzange.
a Ansätze an *b* *b* Schenkel *c* Zangenschild *d* Rollen

Arbeiter stets mit dem Auftragen der Deckemaille beschäftigt ist. Die fertig gespritzten Gegenstände werden mit der Hand abgenommen und auf die Fördervorrichtung gelegt, die sie zum und durch den Trockenofen fördert.

Durch den Boden der rd. 12 m langen Trockenöfen werden 85 m³/min Luft geblasen, die auf 88 °C vorgewärmt ist. Mit Dampf von rd. 1 at wird die Temperatur im Ofen auf etwa 77 °C gehalten. Die Geschwindigkeit der Fördervorrichtung schwankt zwischen 4,5 und 1,5 m/min je nach Art der zu emaillierenden Teile.

Die Emaillieröfen mit 1,5 m breitem und 3,6 m langem Brennraum sind in der Mitte der Anlage aufgestellt, sie werden elektrisch beheizt. Die Heizelemente sind im Boden und im Gewölbe untergebracht, nicht an den Seiten. Die Gesamtleistung beträgt 340 kW bei 220 V Spannung. Die Teile werden auf Wagen in den Ofen gefahren. Die Grundemaille wird an Gußteilen bei 737 °C und die Deckemaille bei 705 °C eingebrannt. Das Brennen dauert rd. 16 min. Die Gußteile werden in der Nacht gebrannt, am Tage werden nur Teile aus Blech und Stahl emailliert. Für diese Teile sind 860 °C für die Grundemaille und 825 ° für die Deckemaille im Ofen notwendig. [N 1272] St.

Technik und Kultur

Die Bedeutung der Geschichte der Technik

Unendlich viel Schönes liegt in den alten Werken der Technik, deren Betrachtung mit fachmännischem Blick Herz und Geist erhebt. Eine Quelle der Unterhaltung ist die Geschichte der Technik für die Mußestunden, in denen der Ingenieur sich mit seinem Berufe beschäftigen kann, ohne seine Sorgen und Mühen zu empfinden. Es ist ein Blättern in einem Buche der Ewigkeit, das von mehr Wechselfällen und mehr Umwälzungen berichtet als jede Weltgeschichte, das an Romantik jeden Abenteurerroman übertrifft und in logischem Aufbau von keinem klassischen Drama erreicht wird. Geschichte der Technik zu pflegen ist eine Ehrenpflicht gegenüber den großen Männern, auf deren Werken sich die heutige Technik aufbaut, denn was sie gepflanzt haben, ernten wir heute. „Was vom Pöbel ist, denkt nur zurück bis zum Großvater", sagt Nietzsches Zarathustra, wir aber denken pietätvoll zurück durch Jahrhunderte, ja durch Jahrtausende an die Meister unserer Zunft. Vaterländische Pflicht ist es, den großen Anteil unsres Volkes an der Entwicklung der Technik aller Welt stolz zu verkünden. Wir dürfen es, denn für uns gilt des Dichters Segensspruch: „Wohl dem, der seiner Väter gern gedenkt."

Aber die Pflege der Geschichte hat auch praktischen Nutzen. Wir erweitern die Erfahrungen unseres kurzen Lebens bis über alle Zeiten hinaus. Wir lernen, daß nur die zielbewußte, unermüdliche Bearbeitung eines Themas, das reif für die Zeit ist, Erfolg hat; wir werden gewarnt durch das traurige Los willensschwacher Grübler und unsteter Phantasten ohne Sinn für wirtschaftliche Probleme. Die Geschichte der Technik mahnt uns, im täglichen Kampf mit den Kleinigkeiten, die den Erfolg hemmen, und mit den Vielzuvielen nicht zu ermatten. Sie erschließt uns das Wesen des technischen Fortschrittes, und wir erkennen allgemeingültige Gesetze, z. B. dasjenige der Entwicklung vom Verwickelten zum Einfacheren. Sie lehrt uns, einer Neuerung gegenüber objektiv zu bleiben und nicht dazu Stellung zu nehmen wie das liebe Publikum, das jede Erfindung erst verlacht, dann bewundert und endlich für selbstverständlich erklärt. Wir lernen mit dem Erfinder selbst umzugehen und seine Schwächen zu verstehen, das Talent zu entwickeln und schließlich das technische Genie zu züchten. Die Geschichte der Technik warnt aber auch davor, den Wert der Ausbildung, des Fachwissens zu überschätzen; auch in der Technik ist die Persönlichkeit das höchste Gut.

In Spiralen geht die Entwicklung der Welt aufwärts, d. h. Punkte auf einer unteren Stufe der Entwicklung sind unserem heutigen Standpunkt näher als die jüngste Vergangenheit. So lehrt Hegel. Es ist alles schon dagewesen nach dem Spruch des weisen Ben Akiba Gutzkows: Wasserkraft, Dampfmaschine, Verbrennungsmaschine und wieder Wasserturbine, Dampfturbine und vielleicht demnächst die Kohlenstaubmaschine oder Schnittbrenner, Kohlenfadenlampe, Auerlicht und Metallfadenlampe zeigen dieses Entwicklungsgesetz. Das Veraltete, längst Vergessene entspricht deshalb vielleicht morgen wieder den neuesten Anforderungen.

Eine unerschöpfliche Quelle von Anregungen schlummert im älteren technischen Schrifttum. Erfindungen, die zu ihrer Zeit verfrüht waren, deren Ausführung am mangelnden Absatz, an Werkstoffschwierigkeiten scheiterten, brauchen nur ausgegraben zu werden, um heute Nutzen zu bringen. So ist die Kenntnis der Vergangenheit ein wichtiges Mittel im wirtschaftlichen Kampf, ein scharfes Schwert im Patentstreit.

Freudig ist es deshalb zu begrüßen, daß der Verein deutscher Ingenieure einen neuen Band, den 17. der Reihe seiner Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie herausgebracht hat[1]). Auch dieser Band enthält neben einer Reihe wertvoller Originalbeiträge kleinere Mitteilungen und Berichte. Die Aufsätze umfassen wieder die mannigfachsten Gebiete der Technik und die verschiedensten Zeiten, so daß Einseitigkeit vermieden ist. An erster Stelle steht eine Arbeit über die Erfindung der Druckmaschine durch Friedrich König, die Fabrikdirektor Albrecht Bolza, ein Enkel des Erfinders, verfaßt hat. Daß ein Deutscher zu einer Zeit, als der englische Maschinenbau bereits blühte, nach London kommen mußte, um dort in der Times-Druckerei den Handdruck durch Maschinen zu ersetzen und dann, nach Deutschland zurückgekehrt, lange vor Borsig und den andern Gründern der deutschen Industrie in einer rein landwirtschaftlichen Gegend eine noch heute blühende Sondermaschinenfabrik gegründet hat, verschafft der Arbeit von Bolza das größte Interesse. Geheimer Regierungsrat Dr.-Ing. Theobald bespricht ein venezianisches Patent Galileis für ein Wasserhebewerk und erläutert seinen patentrechtlichen Inhalt. Man erkennt weitgehende Parallelen mit den heutigen Patentgesetzen.

In einer längeren Arbeit schildert sodann Prof. Dr. Moritz von Rohr, Jena, die Geschichte der Brille und der Anfänge der Feinoptik. Die Brille scheint gegen Ende des 13. Jahrhunderts in Venedig aufgekommen zu sein. Ihre älteste Darstellung findet sich auf einem Wandgemälde in Treviso von 1352. Venedigs Führerstellung in der Brillenherstellung beruht wahrscheinlich auf der Güte des Glases von Murano. Nach der Erfindung der Buchdruckerkunst und der damit begonnenen Ausbreitung des Lesens unter den Laien entwickelte sich das Brillenmachergewerbe besonders in Nürnberg und Regensburg. Prof. Aldo Mieli, Rom, gibt zum 100jährigen Todestage Alessandro Voltas eine kurze Lebensbeschreibung seines großen Landsmannes. Dr. Franz Fuchs, München, bringt ein Kapitel aus der jüngsten Geschichte der Technik, indem er, ausgehend von den Hertzschen Versuchen, die Entwicklung der Hochfrequenztechnik beschreibt. Dr.-Ing. W. Weicker, Hermsdorf in Thüringen, schildert die Entwicklung der Porzellanisolatoren. Man staunt über die Fülle an Arbeit, die erforderlich war, um Isolatoren zu schaffen, die für Hochspannungsleitungen geeignet sind. Die von Prof. Walter Klein, Schwäbisch-Gmünd, geschriebene Geschichte der dortigen Edelmetallindustrie zeigt, daß nicht immer das heimische Handwerk der von auswärts eingedrungenen Industrie zu erliegen braucht, sondern sich selbst auf die Großfabrikation umstellen kann. Von deutscher Tüchtigkeit in alter Zeit erzählt auch Dipl.-Ing. Friedr. Haßler, Augsburg, in seinem Aufsatz über Augsburger Kaufleute und Tiroler Bergarbeiter im 16. Jahrhundert in England. Man soll den Anteil der Deutschen an der Gründung der englischen Industrie um so weniger vergessen, als er das Verdienst der großen englischen Techniker des 18. und 19. Jahrhunderts nicht schmälern kann. Dipl.-Ing. Friedrich Orth, München, bringt weitere Einzelheiten vom Werdegang wichtiger Erfindungen auf dem Gebiete der Spinnerei und Weberei. Der Verfasser schildert treffend die Bedeutung der Textilmaschinen, indem er als Schlußwort Aristoteles' Ausspruch wählt: „wenn Meißel und Webeschiffchen sich von selbst bewegten, würde die Sklaverei nicht möglich sein." Dipl.-Ing. H. Wagemann bringt zwei Kapitel aus dem Buche von Prof. J. W. Roe über englische und amerikanische Werkzeugmaschinenfabrikanten. Die Mitteilungen über die ersten amerikanischen Maschinenbauer und über die Entstehung des Austauschbaues infolge der Anforderungen der Schußwaffenfabrikation lassen den Wunsch aufkommen, das ganze Buch deutsch herauszugeben.

Zwei kurze Aufsätze über die Geschichte der Zylinderbohrmaschine von Hans Häneke, Berlin, und über Eisenbahnunfälle von J. Frhr. von Wechmar, Berlin-Südende, leiten über zu einem reich illustrierten ersten Bericht von C. Matschoß über das Ergebnis der vom Verein deutscher Ingenieure im Auftrage des Deutschen Museums veranstalteten Nachforschungen nach alten technisch bemerkenswerten Bauwerken in Deutschland. Eine große Zahl von Mitarbeitern hat bei dieser Sammlertätigkeit geholfen. Überraschend groß ist die Zahl alter Brücken, Göpel, Krane, Wasserkünste, Mühlen, Hammerwerke, Schleifkotten u. dergl., die noch erhalten und — zu erhalten sind. Hoffentlich wird auch das nächste Jahrbuch eine gleiche Fülle von Stoff für

---

[1]) Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure, herausgegeben von Conrad Matschoß. 1927; 17. Bd. Berlin 1927, VDI-Verlag. 180 S. mit 307 Abb. u. 14 Bildnissen. Preis 16 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 14 ℳ.

e begonnene Inventarisation solcher technischen Kultur-
nkmäler bringen.

Eine Rundschau berichtet über Fortschritte auf dem
biete der Geschichtsforschung und über Neuerscheinungen,
e enthält außerdem auch kleinere Originalbeiträge. Von
esen sei z. B. eine zum 50jährigen Jubiläum der Duis-
rger Kupferhütte von Herbert Dickmann verfaßte
rbeit über die Gründung dieses Werkes erwähnt.

Eine sehr wertvolle „Literaturschau“ bringt am Schlusse des Jahrbuches die wichtigsten technisch-geschichtlichen Neuerscheinungen der Jahre 1926 und z. T. 1927.

Das neue Jahrbuch ist ein weiterer Beweis für die große Förderung, die der Verein deutscher Ingenieure der Geschichte der Technik zuteil werden läßt. Es macht seinem Herausgeber alle Ehre. [N 1297]

Völklingen (Saar) Otto Johannsen

Kleine Mitteilungen

Schweizerische Hochdrucklokomotive

Dr.-Ing. H. Brown gab am 17. Februar 1928 im Tech-
schen Verein Winterthur Ergebnisse von Versuchen mit
r neuen Hochdrucklokomotive der Schweizerischen Loko-
otiv- und Maschinenfabrik, Winterthur, bekannt. Diese
okomotive arbeitet mit 60 at Kesseldruck und einstufiger
eichstrom-Kolbenmaschine mit Auspuff. Sie ist die erste
ochdrucklokomotive mit einfachem Kessel und einfacher
mpfdehnung.

Versuchsfahrten ergaben 35 bis 40 vH Kohlenersparnis
d 47 bis 55 vH Wasserersparnis gegenüber dem Betrieb
t einer gleichstarken normalen Heißdampflokomotive mit
at Anfangsdruck. Hervorgehoben wurde, daß diese Hoch-
ucklokomotive in Aufbau und Bedienung ebenso einfach
wie die heutige Dampflokomotive. („Schweizer. Bau-
itung“ 3. März 1928 S. 121*) [N 1393 a] Gsl.

erschiebedienst im Scheinwerferlicht

Zwei Scheinwerferanlagen sind im Bereiche der Eglin –
liet und Eastern-Bahn (Ver. St.) im Betrieb und zwar in
st Joliet (Illinois) und Gary (Indiana). Die „Flutlicht-
einwerfer“ dieser beiden Verschiebebahnhöfe wurden in
 Electrical Testing Laboratories in New York photometri-
en Versuchen unterzogen mit dem Ergebnis, daß man sich
 das Fabrikat Crouse-Hinds mit 1000 W aufnehmenden
zda-Lampen entschied. Beachtenswert ist die große Zahl
 Scheinwerfer. East Joliet erhielt 43 und Gary 53. Das
ht, das von diesen Scheinwerfern ausgeht, macht die
einwerferlampen der Verschiebelokomotiven überflüssig,
hindert jegliche Lichtblendung und erhöht so die Be-
ebsicherheit. („Railway Age“ 18. Februar 1928 S. 393*)
N 1393 b] Krs.

rüffeld für Dampfturbinen und andere Dampfgeräte

Die Elliott Co. hat in Jeanette, Pa., ein Versuchs-
d für Dampfturbinen und Kondensatoren eingerichtet, das
 einer besondern Kesselanlage mit Dampf von rd. 28 at
l 400 °C gespeist werden kann und für längere Versuche
 5000 kW Belastung ausreicht. Der Kessel, der ebenso
e der davon vollständig getrennte Überhitzer mit Öl ge-
ert wird, verdampft das Kondensat einer 750 kW-Turbo-
namo, die die Fabrik antreibt. Ein auf der Höhe des
schinenhausflurs angeordneter wagerechter Oberflächen-
densator von 464,5 m² Kühlfläche wird mit Wasser aus
em Rückkühlteich gekühlt. Die Leitungen für den Ab-
mpf sind so angeordnet, daß man gleichzeitig eine An-
l von Dampfturbinen bei Auspuffbetrieb, andere bei Kon-
sationsbetrieb prüfen kann. Die Belastung erfolgt durch
sserwiderstände außerhalb des Gebäudes, die zeitweise
 zu 1250 kW aufnehmen können. („Power“ 21. Februar
8 S. 326/27*) [N 1393 c] H.

Ergebnisse von Kraftwerkbetrieben mit Dieselmotoren

In der Sitzung der Diesel Engine Users' Association
 22. Februar 1928 wurden einige Betriebsergebnisse von
 elektrischen Anlagen mit größeren Dieselmotoren in
gland und von 12 Anlagen in überseeischen Orten mit-
ilt; die Anlagen umfassen insgesamt 205 Dieselmotoren
 51 340 kW Gesamtleistung und legen für die Betrieb-
erheit und Lebensdauer der Dieselmotoren ein gutes
gnis ab. In einem Überseekraftwerk mit acht Motoren,
von sieben über 11 Jahre alt sind, hat z. B. im abge-
enden Jahr jeder Motor mehr als 3000 h gearbeitet. Ein
S leistender Motor in einem kleineren Kraftwerk, der
n 21 Jahre alt ist, hat 4704 h gearbeitet und dabei im
el nicht mehr als 330 g/kWh verbraucht. Von den mittle-
 Betriebskosten der untersuchten Anlage entfällt nahezu die
fte auf den Brennstoff; etwas über 9 vH entfallen auf
nieröl und Kühlwasser, 23 vH auf die Löhne der Be-
ungsmannschaft und 15 vH auf Ausbesserungen und Er-
ung. („The Engineer“ 2. Februar 1928 S. 246/47)
 1393 d] H.

Federwage für 100 t

Auf der britischen Industriemesse in Birmingham war eine Federwage der Firma G. Salter & Co. für 100 t Last ausgestellt. Als Federn dienen zwei Membranscheiben, die auf Kugeln liegen, damit Ungenauigkeiten durch Reibung vermieden werden. Der Zeiger wird, wie üblich, durch einen Zahnbogen betätigt. Bei 50 t soll der Fehler 0,8 vH, bei 100 t nur 0,1 vH betragen. („Engineering“ 2. März 1928 S. 255*) [N 1393 e] Pa.

Verwendung von nicht getrockneten Sandformen in der Stahlgießerei

Geeignete Formstoffe für grüne Formen zum Gießen von Stahl sind künstlicher oder natürlicher quarzreicher Sand, gemischt mit bildsamem Ton von verschiedener geologischer Herkunft. Die natürlichen quarzreichen Sande haben weit gleichmäßigere Kornabmessungen als die natürlichen tonreichen Sande; auch die künstlichen quarzreichen Sande werden durch Aufbereiten und Sieben ziemlich gleichmäßig. Bei der Zubereitung muß der künstliche Sand für ungetrocknete Stahlgußformen vor allem ein genügendes Bindevermögen und ein zweckmäßig verteiltes Bindemittel auf der Oberfläche der Körner erhalten. Das beste Haftvermögen ergibt sich, wenn die Körner eine unebene Fläche haben. Sind die Flächen glatt, so soll man dem Ton 1 vH Melasse zusetzen. Der physikalische Zustand des Tones spielt hinsichtlich seiner Verteilung eine wichtige Rolle in Verbindung mit der Aufbereitungsart. Ist der Ton ziemlich trocken, so kann man ihn ohne Schwierigkeiten mittels Kollergängen mit dem Quarzsand binden. Ein pulverförmiger und zu trockner Ton muß vor dem Vermischen mit dem Quarzsand angefeuchtet werden. Der Feuerfestigkeit des Bindemittels kommt nicht die Bedeutung zu, die man ihr beizumessen pflegt; sein Schmelzpunkt sollte oberhalb 1300 ° liegen. („La Technique Moderne“ Bd. 20 (1928) S. 98/102) [E 1393 g] Ka.

Erstes englisches Ganzmetall-Verkehrsflugboot

Bei dem von der Firma Short Brothers, Ltd., Rochester, hergestellten dreimotorigen Ganzmetall-Verkehrsflugboot, Bauart Calcutta, sind das zweistufige Boot, die Holme und die Rippen der Tragflächen aus Duralumin in Profilen, Rohren und Blechen hergestellt. Die Tragflächen sind mit Stoff bespannt. Das Flugboot ist als Doppeldecker gebaut. Die untere Tragfläche liegt unmittelbar auf dem Rumpf und ist gegen ihn durch je zwei Streben abgestützt. An den Enden der unteren Tragfläche sind Stützschwimmer angeordnet. Zwischen den beiden Tragflächen sind drei luftgekühlte, je 500 PS leistende Bristol-Jupiter-Motoren mit vierflügligen Zugpropellern, einer unmittelbar über dem Rumpf, die andern beiden links und rechts daneben, angeordnet. Die stromlinienförmig verkleideten Motoreinbauten werden zwischen den beiden Tragflächen durch sechs Stiele und Spannkabel gehalten. Höhen- und Seitenruder sind auf dem Rumpfende aufgebaut, wobei das Seitenruder gegen den Rumpf durch Streben abgestützt ist. Höhen- und Seitensteuer haben Entlastungsflächen. Außerdem hat das Seitensteuer noch ein kleines Zusatzsteuer erhalten. Querruder sind nur an der oberen Tragfläche angeordnet.

Vorn im Boot ist der mit Doppelsteuerung ausgerüstete Führersitz, dahinter die funkentelegraphische Anlage eingebaut. Der Fluggastraum bietet 15 Personen Platz. Da das Flugboot für die Luftstrecke London–Indien–Australien bestimmt ist, hat man eine Küchenanlage neben Waschraum und Abort eingebaut. Die Konstruktionszahlen des Flugbootes betragen: Spannweite 28,35 m, Länge 19,75 m, Flügelfläche 170 m², Gewicht des Flugbootes leer 5,73 t, Zuladung 3,455 t, insgesamt 9,185 t, Flächenbelastung 54 kg/m², Leistungsbelastung 5,83 kg/PS, Reisegeschwindigkeit 160 km/h, Landegeschwindigkeit 93 km/h. Bei voller Belastung kann man in 5,5 h rd. 800 km durchfliegen, mit vollen Brennstoffbehältern und entsprechend geringer Zuladung rd 1200 km in 8,2 h. („Flight“ 23. Februar 1928 S. 112*)
[N 1393 h] Gw.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

The Architect in History. Von Martin S. Briggs. Oxford 1927, Clarendon Press. 400 S. m. 46 Bildern. Preis 10 sh.

Der Verfasser behandelt in acht Kapiteln in ausgezeichneter Darstellung die Geschichte des Architekten. Zunächst berichtet er uns über die ersten Architekten in den Ländern der ältesten menschlichen Kultur. Er zeigt uns, wie nahe der Architekt des alten Aegyptens mit den Tempeln der Götter und dem Hof des Königs verbunden ist. Wissenschaftlich gründlich, durch viele Quellen belegt, führt er uns dann ein in Stellung und Arbeit des Architekten in Griechenland, Rom und im Mittelalter. Ungemein packend weiß er uns zu erzählen von den verschiedensten Tätigkeiten, die dem Architekten damals zugedacht wurden. Er mußte sich überall zurechtfinden. Er war wirklich ein „Hans Dampf in allen Gassen". In den meisten Fällen war er in Griechenland bereits ein sehr angesehener und gut erzogener Vertreter eines Berufes, der auch in der Gesellschaft eine angesehene Stellung einnahm. In Rom finden wir seine Aufgabe meist verbunden mit der des Bauingenieurs und vor allem mit der des Pionieroffiziers, der auch mit in den Krieg zog. Er hatte die Kriegsmaschinen zu bauen und wiederherzustellen, er hatte die Lager anzulegen, Straßen, Brücken, Kanäle zu bauen, er errichtete Tempel und kaiserliche Paläste, Grabmäler, Theater, Zirkusse und öffentliche Bäder. Architekt und Ingenieur war noch in einer Person eng vereint.

In seinem Kapitel über den Ingenieur des Mittelalters wehrt der Verfasser sich gegen die von manchen der Technik ferner stehenden Kreisen immer wiederholte Behauptung, daß die großen Kathedralen des Mittelalters nicht das Werk von hervorragenden Architekten gewesen wäre, sondern daß sie lediglich aus den Handwerksgilden gleichsam unpersönlich aus dem Volk selbst emporgewachsen wären. Um die Arbeit nicht zu umfangreich werden zu lassen, hat sich der Verfasser in den folgenden Kapiteln bewußt auf bestimmte Gebiete beschränkt. Er behandelt die Renaissance in Italien, Frankreich und England. Für die Geschichte des 19. Jahrhunderts befaßt er sich lediglich mit der Entwicklung in England selbst. In einem Nachwort faßt er packend die Ergebnisse seiner Forschung zusammen. Er weist darauf hin, wie auch in England die feste, berufsmäßige Organisation der Architekten immer größere Fortschritte gemacht hat, wodurch sich die Stellung des Architekten ständig gebessert habe. Er wird immer mehr — man kann dies für gut oder schlecht halten — der Mann eines fest geschlossenen Berufes. Der Verfasser weist darauf hin, daß einige mit aufrichtigem Bedauern, ja mit Besorgnis, die Tatsache feststellen, daß eine der schönen Künste immer mehr festgelegt wird in berufsmäßige Form, aber es scheint dies unvermeidlich zu sein, denn von allen Seiten wird man heute umgeben von Organisationen für wechselseitige Selbsthilfe bei Aufrechterhaltung eines Mindesteinkommens und eines Mindestmaßes von Berufsehre. Der Architekt muß, wie auch andre Menschen, leben können und es scheint, daß er das im allgemeinen nur erreiche, wenn er sich mit seinen Berufsgenossen zusammenschließe.

Auch in der Zukunft gibt es noch viele andre Probleme zu lösen, die sich mit Erziehung und Stellung des Architekten befassen. Der Verfasser deutet einige an. Er spricht von der Stellung zum Ingenieur, dessen Anteil an Errichtung und Einrichtung großer Gebäude mit jedem Jahr wächst. Wie kann sich weiter der Architekt wieder dem Handwerk nähern, von dem ihn seine großen Aufgaben zum Teil ganz getrennt haben. Wie kann man die Öffentlichkeit davon überzeugen, daß der Architekt auch heute noch manches tun kann, um das ländliche England vor vollständiger Verhäßlichung zu retten. Wie kann man weiter das Volk davon überzeugen, daß — auch wenn der Architekt alte Gebäude bewundert und erhält — doch seine Hauptaufgabe ist, neue zu bauen, und wie vor allem kann man den Mann auf der Straße davon überzeugen, daß Ruskins Theorie falsch ist, nach der neuzeitige Architektur nie und nimmer auch nur entfernt mit den Werken unserer Vorfahren verglichen werden kann. Aus dieser Fragestellung folgert der Verfasser, es sei notwendig, das Volk über die wirkliche Natur und die Aufgaben neuzeitiger Architektur aufzuklären. Mit seinem Buch will er den Lesern auseinandersetzen, warum der Architekt mit Recht auf eine lange Ahnenreihe stolz sein kann, und er meint, daß, wenn die Stadtväter von London etwas mehr auf ihre großen früheren Architekten gehört hätten, London heute schöner wäre. Der Verfasser, der selbst Architekt ist, heute aber seinen Beruf nicht mehr praktisch ausübt, hat über den Kreis der Architekten hinaus der gesamten Technik eine wertvolle und ausgezeichnet dargestellte, mit guten Bildern geschmückte Arbeit geschenkt. Die Clarendon Press in Oxford hat, wie man es bei ihr gewohnt ist, für eine würdige, sehr gute Wiedergabe gesorgt.

[E 1307] C. Matschoß

Jahrbuch 1927 der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin-Adlershof. Herausgeg. von Wilh. Hoff, Ottfried v. Dewitz und Georg Madelung. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 151 S. m. zahlr. Abb. Preis 13 *M*.

Das Jahrbuch 1927 der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin-Adlershof, gibt ein lebhaftes Bild von den wertvollen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten, die in der Versuchsanstalt durchgeführt worden sind. Zu den wissenschaftlichen Abteilungen, der statischen, der Motorenabteilung, der physikalischen Abteilung, der Bild-, Flug-, Prüf-, aerodynamischen, Stoff- und Funkabteilung, kam im Oktober 1926 die Höhenflugstelle. Einzelheiten über technischen Ausbau und Forschungstätigkeit jeder Abteilung werden mitgeteilt.

Den Hauptinhalt des Jahrbuches bilden jedoch die DVL-Berichte, von denen die Veröffentlichungen der DVL Nr. 59 bis 79 mitgeteilt werden. Es werden Forschungsergebnisse der verschiedensten Gebiete der Luftfahrt, die auf sorgfältiger wissenschaftlicher Grundlage durchgeführt sind, gebracht. Die in den Forschungsarbeiten niedergelegten wichtigen Erkenntnisse sind für alle an der Luftfahrt Beteiligten äußerst wertvoll. Daher ist das Jahrbuch allen, die an der Weiterentwicklung unsrer Luftfahrt arbeiten, unentbehrlich.

[E 1238] Gw.

Atlas Metallographicus. Von Heinrich Hanemann und Angelica Schrader. Berlin 1927, Gebr. Borntraeger. 1. Lfg.: Tafel 1 bis 8. Preis 7,50 *M*. 2. Lfg.: Tafel 9 bis 16. Preis 6,75 *M*.

Hanemannsche Gefügebilder erinnern infolge der ihnen eigenen Verbindung metallographisch-didaktischer Hochwertigkeit mit photographisch-künstlerischer Vollendung immer wieder an die klassischen Aufnahmen Osmonds. Es liegt auf der Linie dieser inneren Beziehung, wenn Hanemann gemeinsam mit Angelica Schrader nunmehr die Herausgabe eines Werkes unternommen hat, das man als eine ins große übersetzte Fortführung der Osmondschen Bildervorlagen bezeichnen kann. Der Atlas Metallographicus „soll eine kennzeichnende Wiedergabe aller technisch-wichtigen Gefügebilder der metallischen Werkstoffe enthalten, zugleich mit einer eindeutigen Beschreibung und einer dem heutigen Stand der Wissenschaft entsprechenden Erklärung".

Die Erwartungen, mit denen man an die Durchsicht der bis jetzt erschienenen zwei Lieferungen herantritt, werden nicht getäuscht. Hinzu kommt, daß die Aufnahmen durch Vermeidung des Rasters mit allen Feinheiten und Helligkeitsunterschieden so gut wiedergegeben worden sind, daß die Vervielfältigungen den Vorbildern, nach dem eigenen Urteil der Verfasser, in nichts nachstehen.

Die den Gefügebildern beigegebenen Beschreibungen und Erklärungen sind, ebenso wie die zugehörige Einführung, in klarer und eindeutiger Sprache gehalten und verbinden Knappheit des Stiles mit hinreichender Ausführlichkeit der Angaben. Manche noch nicht im Schrifttum festgelegte, aber bei der Herstellung der Proben gewonnene Erkenntnis hat in der Einführung oder im Beitext ihren Niederschlag gefunden und erhöht den metallographischen Wert des Werkes; unbeschadet dessen, daß man in Einzelheiten, wie bei der Sonderung des Anlaßgefüges über 400° von dem unter 400°, vor endgültiger Stellungnahme die Tafeln mit den entsprechenden Nachweisen wird abwarten wollen.

Man könnte den Verfassern vorhalten, und dieser Vorhalt ist auch schon gemacht worden, daß ein solches Standardwerk sich die Allgemeinverwendung der Farbenphotographie nicht hätte versagen sollen. Da ich selbst farbenphotographisch gearbeitet habe, scheint mir dieser Vorhalt jedoch nicht gerechtfertigt zu sein. Dem Mehr an Arbeit und aufzuwendenden Kosten würde doch nur ein verhältnismäßig geringer Gewinn an erhöhter Vergleichbarkeit entsprechen. Was in technischer Hinsicht vielleicht vermißt werden kann, das ist die Angabe der Objektiv-Apertur, mit der die einzelnen Aufnahmen, vor allem die stärker vergrößerten, be-

wirkt worden sind. Insbesondere beim Betreten unbekannten Gebietes, wobei der Atlas hilfreicher Geleiter sein soll, wäre es wohl wichtig, zu wissen, mit welchem Grad der Auflösung für die vergleichende Betrachtung gearbeitet werden muß, bei welchen Aufnahmen z. B. Ölimmersion angewandt worden ist. Nach mir zugegangenen Mitteilungen der Verfasser ist beabsichtigt, Angaben über die angewandten Aperturen am Schluß zu bringen.

Der Atlas ist allerdings ein in der Anschaffung teueres Werk. Zu einem gewissen Teil liegt der hohe Preis in dem Umfang begründet, auf den die Sammlung von Anfang an eingestellt worden ist. (Ob es nicht zulässig wäre, hierin eine kleine Einschränkung vorzunehmen? Man kann sich z. B. nur schwer des Gedankens erwehren, daß von den zur Darstellung gebrachten Stahlspielarten manche ohne Schaden, vielleicht zugunsten stärkerer Berücksichtigung der Zufälligkeiten in der Stückbehandlung, hätten weggelassen werden können.) Es ist daher zu begrüßen, daß neuerdings freigestellt worden ist, entweder nur den ersten oder den zweiten Teil des Atlasses zu beziehen. Die Verpflichtung, den Vorzugspreis durch Bezug beider Teile zu erkaufen, ist in Wegfall gekommen. Die so geschaffene Bezugmöglichkeit der einzelnen Teile wird sicherlich dazu beitragen, daß das schöne Werk in der Tat überall dahin dringt, wo es berufen erscheint, seine so überaus wertvollen Dienste zu leisten. [E 1171] M. Moser

„Hütte" Taschenbuch für den praktischen Chemiker. Herausgeg. vom Akademischen Verein Hütte. 2. Aufl. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 898 S. m. zahlr. Abb. Preis 31 *M.*

Die Chemiehütte knüpft an das in früheren Jahren erschienene Taschenbuch für Chemiker und Hüttenleute an. Das eigentliche Hüttenfach allerdings wurde ausgeschieden, und dafür baute man die Beschreibung der übrigen anorganischen Verfahren und der organischen Technik weiter aus.

Sehr zu begrüßen ist die Voranstellung eines der wirtschaftlichen Betrachtung gewidmeten Abschnittes „Wirtschaft, Anlagen und Betrieb im allgemeinen". Man gewinnt aus den 83 Seiten dieses Abschnittes jederzeit einen Einblick in die Preisverhältnisse der einzelnen Erzeugnisse, ihre Bedeutung auf dem Weltmarkt und ihre unmittelbare oder mittelbare Wichtigkeit für den Menschen trotz der mancherlei Schiefheiten, die dieses Kapitel in technischer Beziehung enthält. Die weiteren Abschnitte führen folgende Überschriften: „Grund-, Hilfs- und Fertigstoffe". „Aggregatzustände", „Mechanik", „Physik und physikalische Chemie" und „Chemische Technik".

In diesem letzten Abschnitt, der 113 Seiten umfaßt, findet man grundlegende Betrachtungen über „Verwandtschaftslehre und Katalyse", über „Auf- und Abbau organischer Verbindungen", über „Laboratorium und Betrieb", über Glühen und Schmelzen" und schließlich die besonderen Arbeitsweisen der chemischen Technik", erläutert an einigen Musterbeispielen aus der anorganischen und der organischen Technik.

Das Buch wird auf dem Arbeitstische des Betriebschemikers und des in der chemischen Industrie tätigen Ingenieurs bald nicht gern vermißt werden.
[E 1159] Dr. Geisler

Numerische Infinitesimalrechnung. Von Martin Lindow. Berlin und Bonn 1928, Ferd. Dümmler. 176 S. m. 17 Abb. Preis 15 *M.*

Unter dem etwas neuartigen Namen „Numerische Infinitesimalrechnung" werden einige Kapitel der Interpolationsrechnung, die numerische Differentiation gegebener Funktionen und die numerische Integration von Differentialgleichungen zusammengefaßt. Im Vordergrunde stehen Verfahren, die in der Astronomie seit langer Zeit eingebürgert sind und beim ingenieurmäßigen Rechnen bisher noch sehr wenig angewandt wurden. Darin liegt wohl auch das Hauptverdienst des Buches, das für manche Gebiete der technischen Mathematik wertvolle Anregungen bietet. So sind z. B. die aus der Interpolationsrechnung hervorgehenden Integrationsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen dem in der Technik bisher allein üblichen Runge-Kuttaschen Verfahren zumeist überlegen. Gewiß wird mit Recht vom Ingenieur in der Regel das zeichnerische Verfahren bevorzugt, doch gibt es auch Fälle, in denen man aus Gründen der Genauigkeit, manchmal aber auch der Bequemlichkeit, lieber die Rechenmaschine als das Zeichenbrett benutzt. So ist nicht zu verkennen, daß sich in der letzten Zeit gerade in der Statik, dem früher ausschließlichsten Anwendungsgebiet zeichnerischer Verfahren, ein gewisser Zug zur Pflege numerischer Rechnung geltend macht. Man muß daher ein Buch begrüßen und ihm Eingang in die Ingenieurkreise wünschen, das darauf hinzielt, die Verfahren numerischer Rechnung neu zu befruchten. Etwas klarere Darstellung und Ausdrucksweise würde man an manchen Stellen wünschen. Sehr dankenswert ist die Beigabe mehrerer für die Ausführung von Rechnungen bereitgestellter Zahlentafeln. [E 1240] v. Mises

Mathematisch-physikalische Bibliothek, 73. Bd.: **Konforme Abbildungen.** Von E. Wicke. Leipzig und Berlin 1927. B. G. Teubner. 59 S. m. 38 Abb. Preis 1,20 *M.*

Die Lehre von den konformen Abbildungen, an deren Ausbau die scharfsinnigsten Köpfe gearbeitet haben, gehört wohl mit zu den schönsten Gebieten der Mathematik. Sie ist heute für den Ingenieur von besonderer Wichtigkeit wegen ihrer Bedeutung für die Strömungsforschung, die besonders bei Flugzeugen und Propellern große Erfolge aufzuweisen hat.

Das vorliegende Werkchen gibt eine kurze Einführung, aus der man das Wesen der Sache erkennen kann. Es enthält außer einer kurzen Einleitung zwei Abschnitte: Die Transformation durch reziproke Halbmesser (Inversion) und die Darstellung der konformen Abbildung mittels komplexer Zahlen. Im ersten wird der Begriff der Inversion erklärt; der zweite enthält eine Einführung in das Rechnen mit komplexen Zahlen, eine Betrachtung verschiedener Funktionen, Anwendung der konformen Abbildung auf Strömungen und einige Funktionen. Das Werk kann zum Studium empfohlen werden. In einigen Fällen könnte die Übereinstimmung von Text und Abbildung noch verbessert werden. [E 1246] W. S.

Der Stromverbrauch in Industrie und Landwirtschaft. Von M. Kühnert. Stuttgart 1927, Franckhsche Verlagsbuchhandlung. 107 S. Preis 11,50 *M.*

Obgleich die Überlandwerke eine ganz hervorragende Stelle im Wirtschaftsleben einnehmen — ist doch z. B. die Landwirtschaft mit etwa zwei Dritteln ihres gesamten mechanischen Kraftbedarfs auf die Überlandwerke angewiesen —, gibt es sehr wenig wertvolles Schrifttum hierüber.

Der Verfasser hat es nun unternommen, in vorbildlicher Art und Weise die Betriebsverhältnisse bei Überlandwerken und die Stromversorgung der Landwirtschaft mit den ihr angegliederten Betrieben, wie Ziegeleien, Molkereien, Brennereien, Zuckerfabriken, Mühlen und Steinbruchbetriebe, Textilfabriken und keramische Betriebe in diesem Buche zusammenzustellen. Was dem Werke besonderen Wert verleiht, ist die Anführung zahlreicher aus der Praxis stammender Belastungsschaulinien und Tafeln, die in ganz neuer Weise den dargebotenen Stoff verständlich und weiter verwertbar machen. Die Elektrizitätsverwendung bei der Futterkonservierung und Futterbereitung, der Ausnutzungsfaktor von Kraftmaschinen und das Verhalten von Asynchronmotoren bei Netzspannungsschwankungen sind ebenfalls eingehend behandelt.

Jedem Ingenieur, der sich mit der Elektrizitätsversorgung von Stadt und Land zu befassen hat, sei die Anschaffung dieses wertvollen Büchleins dringend empfohlen.
Stettin [E 1247] Petri

Das Textilwerk. Von Ernst Flemming. Berlin 1928. Ernst Wasmuth. 320 S. m. Abb. Preis 40 *M.*

Weberei und Wirkerei im Altertum — Die spätantiken Textilien — Die Seidenstoffe des hohen Mittelalters vom 8. bis zum 13. Jahrhundert — Die Seidengewebe des späten Mittelalters vom 13. bis 15. Jahrhundert — Die Weberei des 16., 17. und 18. Jahrhunderts — Der Orient seit dem Jahre 1500.

Technische Selbstunterrichtsbriefe: **Einführung in die Jacquardweberei.** Von W. Becker. Potsdam und Leipzig 1927, Bonness & Hachfeld. 2 Liefgn. zus. 42 S. m. 42 Abb Preis 1,80 *M.*

Die Steingut-Fabrikation. Von Gustav Steinbrecht. 1. u. 2. Bd. 2. Aufl. Wien und Leipzig 1925 und 1927. A. Hartlebens Verlag. 1. Bd.: 260 S. m. 19 Abb. Preis 6 *M.* 2. Bd.: 315 S. m. 108 Abb. Preis 7 *M.*

Der Praktiker in der Werkstatt. Von Valentin Retterath. Berlin 1927, Julius Springer. 70 S. m. 107 Abb. Preis 3,50 *M.*

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, 2. Bd.: **Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten.** Von Kurt Hegner. Berlin 1927, Julius Springer. 1. T.: Systematische Einführung. 188 S. m. 107 Abb. Preis 15 *M.*

Fabrikorganisation für den mittleren und kleineren Betrieb. Von Walter Rahm. Berlin-Lichterfelde 1927, Reinhold Wichert. 106 S. m. Abb. Preis 5 *M.*

Die Gichtgasreinigung. Von Wolf Adolf Euler. Berlin 1927, Julius Springer. 131 S. m. 53 Abb. Preis 16,50 *M.*

Erläuterungen der Kesselspeisewasseruntersuchung. Von Dr. Steuer. Kiel 1927, Robert Cordes. 32 S. m. 10 Abb. Preis 1 *M.*

Die Stockwerks-Warmwasserheizung. Von H. J. Klinger. 6. Aufl. Von P. Pakusa und J. Ritter. Halle a. d. S. 1927, Carl Marhold. 112 S. m. 38 Abb. Preis 4,20 ℳ.

Industriewirtschaftliche Abhandlungen, 1. H.: **Die Groß-Berliner Stadtentwässerung.** Von Reinhard Lobeck. Berlin 1928, Julius Springer. 76 S. m. 2 Abb. Preis 4,20 ℳ.

Die rheinisch-westfälische Städtebahn Köln–Dortmund. Von E. Giese. Berlin 1928, Verlag der „Verkehrstechnik". 211 S. m. 25 Abb. Preis 12 ℳ.

The Motor Ship Reference Book for 1928. Comp. by the Staff of „the Motor Ship". London 1928, Temple Press, Ltd. 230 S. m. Abb. Preis 5 sh.

Bauten der Technik, ihre Form und Wirkung. Von Werner Lindner. Berlin 1928, Ernst Wasmuth. 232 S. m. 614 Abb. Preis 34 ℳ.

Sammlung Göschen, 75. Bd.: **Die graphischen Künste.** Von C. Kampmann. Neubearb. von E. Goldberg. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 138 S. m. zahlr. Abb. Preis 1,50 ℳ.

Ortsnummern-Verzeichnis des Deutschen Reiches. Ausg. A. Herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Leipzig 1927, Paul Räth. 428 S. Preis 6,40 ℳ.

Abhandlungen und Berichte über Technisches Schulwese[n]. Herausgeg. vom Deutschen Ausschuß für technisches Schu[l]wesen. 9. Bd. Berlin 1927, Selbstverlag des Deutsch[en] Ausschusses für technisches Schulwesen. 238 S. m. Ab[b]. Preis 3 ℳ.

Rundschau für den gewerblichen Rechtsschutz. Bearb. v[on] Dr. Hilliger. Jg. 1927. Berlin-Charlottenburg 192[7], Schubert & Co. Preis 5 ℳ jährl. Inland; 7 ℳ jährli[ch] Ausland.

RKW-Veröffentlichungen Nr. 4: **Die deutsche Rationalisi[e]rungsbewegung und das Reichskuratorium für Wirtscha[ft]lichkeit.** Von H. Hinnenthal. Berlin 1927, Reich[s]kuratorium für Wirtschaftlichkeit. 39 S. Kostenlos.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. 7. Bd.: Korrektor – Marunk[e]. Leipzig 1927, Bibliographisches Institut. 1787 S. m. Ab[b]. Preis 30 ℳ.

Baedekers Berg-Kalender. 73. Jg. 1928. Vollst. neu bear[b]. Essen 1928, G. D. Baedecker. 302 S. Beiheft 198 [S]. Preis zus. 6 ℳ.

Hamburger Schriften zur Wirtschafts- und Sozialpolitik, 3. B[d].: **Die niederländische Metallindustrie** in ihren volks- u[nd] weltwirtschaftlichen Zusammenhängen. Von Kurt Saal[feld]. Rostock 1927, Carl Hinstofer. 181 S. Preis 7,50 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen

Zu dem Aufsatz in Z. Bd. 71 (1927) S. 1779 von Hinderks habe ich zu bemerken, daß das Verfahren der Färbung der Grenzschicht bereits vor längerer Zeit von mir angegeben und in dem Aufsatz „Wirbelerscheinungen"[1]), in meinem Buch „Hochleistungskessel"[2]), sowie auch in den Veröffentlichungen der Mittleren Isar[3]) veröffentlicht wurde.

Bei den letztgenannten Versuchen wurden die Boden- und Nebenströmungen durch aufgestreute Farbstoffkörnchen sichtbar gemacht, bei den meisten andern Versuchen waren die porösen Wandungen des Versuchskörpers gleichmäßig mit Farbstoffen getränkt oder mit Reagentien behaftet, welche bei der Berührung mit der Versuchsflüssigkeit einen Farbstoff, wie z. B. Salmiaknebel, bildeten.

Die Gründe dafür, daß durch die Färbung der Grenzschicht Wirbelerscheinungen und Nebenströmungen mit größerer Sicherheit und Deutlichkeit ermittelt werden können als bei Einführung von Farbstoffen an willkürlich gewählten Stellen der Strombahn, sind in oben angegebenen Veröffentlichungen eingehend auseinandergesetzt.

Karlsruhe H. Thoma

Erwiderung

Das von mir angewandte Verfahren der Darstellung von Bewegungsvorgängen in der Randschicht turbulenter Strömungen beruht auf der Herstellung einer zähen halbflüssigen Grenzschicht, der die Bewegung von dem daran entlangfließendem Wasser erteilt wird. Die gleichmäßig aufgetragene Farbschicht wird dabei langsam von dem mit größerer Geschwindigkeit außerhalb der Schicht fließenden Wasser mitgeschleppt. Man darf daher annehmen, daß die Far[b]striche trotz der abweichenden Zähigkeit und Schwere d[es] Farbstoffes nach einer gewissen Versuchsdauer mit groß[er] Annäherung den zeitlichen Mittelwert der Bewegungsric[h]tungen des Wassers in der Randschicht angeben. Das Ve[r]fahren ist anwendbar für Kanal- oder Profilwände jed[er] Richtung und Neigung innerhalb eines weiten Geschwindig[]keitsbereichs und ergibt Randschichtstrombilder von se[hr] feiner Struktur, die man nach beendetem Versuch eintroc[k]nen lassen und, sofern sie auf Glasplatten hergestellt sin[d], auch nach dem Lichtpausverfahren vervielfältigen kan[n]. Ich glaube daher, das Verfahren und die damit gewonnene[n] Ergebnisse als gute Ergänzung zu den Untersuchungen v[on] Herrn Prof. Thoma bezeichnen zu dürfen.

Die angezogenen Veröffentlichungen waren mir bei A[b]fassung des Aufsatzes zum Teil bekannt. Die darin b[e]schriebene Sichtbarmachung der Flüssigkeitsbewegung [in] der Grenzschicht durch aufgestreute Kali-Permangan-Kör[n]chen erscheint besonders geeignet für die Untersuchung v[on] Nebenströmungen in offenen Kanälen bei sehr niedrige[n] Geschwindigkeiten, bei denen das von mir angewandte Ve[r]fahren nur unbefriedigende Ergebnisse zeitigt; bei höhere[n] Geschwindigkeiten versagt sie dagegen, da die eingestreute[n] Körnchen dann fortgespült werden.

Das andre, von Prof. Thoma angegebene Verfahren d[er] Strömungsdarstellung durch Salmiaknebel, die durch ch[e]mische Reaktion an der Kanalwand oder an dem umströ[m]ten Profil entstehen, scheint, wie die von Prof. Thoma ve[r]öffentlichten Abbildungen zeigen, für die räumliche Unte[r]suchung von Strömungen und Wirbelerscheinungen hint[er] umströmten Profilen geeignet zu sein, da es die in de[m] Totraum hinter dem Profilkörper auftretenden Wirbel g[ut] veranschaulicht. [D 1326]

Hannover Hinderks

[1]) Z. „Wasserkraft" Jg. 2 (1920) S. 81 Abb. 12.
[2]) H. Thoma: Hochleistungskessel, Berlin 1921; S. 99 u. f.
[3]) Modellversuche über die zweckmäßige Gestaltung einzelner Bauwerke. (Veröffentlichung. d. Mittleren Isar, Jg. 1923 Abb. 51, 99 u. f.)

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 24. MÄRZ 1928 Nr. 12

Das Achenseewerk der Tiroler Wasserkraftwerke, A.-G.

Von Dipl.-Ing. P. Simon, Beratender Ingenieur, V. B. I., Berlin

Das Achenseewerk als größtes Wasserkraftwerk der österreichischen Alpenländer wird beschrieben. Wassergewinnung durch Sperrung des natürlichen nördlichen Seeabflusses und durch Schaffung eines künstlichen Stollens nach Süden durch das Sonnenwendgebirge; infolgedessen ein Gefällgewinn von 400 m.

In Österreich hat sich nach dem Kriege der Gedanke rasch Bahn gebrochen, daß eine Ausnutzung der Naturkräfte den Wiederaufbau der Wirtschaft kräftig fördern würde. Der Gemeinderat der Stadt Innsbruck griff den schon im Jahre 1900 aufgetauchten Gedanken, die Wassermengen des Achensees nutzbringend zu verwenden, bald nach dem Zusammenbruch im Jahre 1919 wieder auf und kaufte zunächst den Achensee von dem Benediktinerstifte St. Georgenberg zu Fiecht. Im Jahre 1924 gründete man die Tiroler Wasserkraftwerke, A.-G.; zur Beschaffung der nötigen Geldmittel mußte auch das Ausland durch Begebung von Schuldverschreibungen beitragen.

Am 19. September 1927 wurde das Achenseekraftwerk, die größte Wasserkraftanlage der österreichischen Alpenländer, feierlich eröffnet.

Eine Übersicht über die gesamte Anlage zeigt Abb. 1. Der Grundgedanke für die Ausnutzung der Wassermengen des Achensees bestand darin, daß sein natürlicher Abfluß nach Norden zum Isargebiet gesperrt und eine Abflußmöglichkeit nach Süden zum Inntale geschaffen wurde: hierdurch konnte ein Gefälle von 400 m gewonnen werden. Gleichzeitig sollte der Achensee als Speicher verwendet werden, um die überschießenden Zuflußmengen während der Schneeschmelze und die größeren Frühjahrsniederschläge aufzunehmen, damit in den wasserarmen Zeiten im Herbst und Winter die erforderliche Wassermenge zur Verfügung stand. Die Genehmigung, während der wasserarmen Zeiten den See bis zu 10 m unter den normalen Wasserspiegel abzusenken, konnte von den Landesbehörden, die auch den Schutz der Landschaft nicht außer Acht lassen durften, leicht erreicht werden, da man eine so rasche Wiederauffüllung des Sees im Frühjahr gewährleisten konnte, daß bis zum Einsetzen des Fremdenverkehrs der normale Stand des Sees wieder erreicht wird.

Der infolge der Sperrung des natürlichen Abflusses des Achensees nach Norden vielleicht geminderte Wasserzufluß zur Isar ist dadurch ausgeglichen, daß die Tiroler Wasserkraftwerke, A.-G., mit dem Bayernwerk, A.-G., einen Stromlieferungsvertrag abgeschlossen haben, wonach letztere die überschießenden Energiemengen von den Tiroler Wasserkraftwerken nehmen, und zwar in einer Menge, die vorläufig mit jährlich 85 Mill kWh vorgesehen ist, bei einer Spitzenentnahme von 10 000 kW. Es ist also hier ein wertvoller Energieausgleich zwischen den Ländern geschaffen.

Für die zur Ausnutzung des Achensees verfügbaren Wassermengen ergeben sich folgende Zahlenwerte:

Der Wasserspiegel des Achensees liegt normal auf 930 m ü. M. Im ersten Ausbau, den man jetzt in Betrieb genommen hat, wird im Jahresmittel eine Wassermenge von 3 m^3/s ausgenutzt. Der Speicherraum des Achensees beträgt bei 5 m Absenkung 36 Mill. m^3. Dieser Wassermenge entsprechend ist der erste Ausbau des Kraftwerkes mit 54 700 PS vorgesehen, womit jährlich mindestens 90 Mill. kWh erzeugt werden können.

Für den zweiten inzwischen begonnenen Ausbau ist die Einleitung des Ampelbaches mit rd. 1 m^3/s im Jahresdurchschnitt mittels eines offenen Grabens für 3,6 m^3/s zum See vorgesehen. Der dritte Ausbau wird die Achenkircher Quellen in den Achensee leiten, die eine Wassermenge von 1 m^3/s im Jahresdurchschnitt durch ein Pumpwerk in den gleichen Graben liefern können. Der vierte Ausbau soll endlich einen künstlichen Stauweiher im Ampelbachtale für 10 Mill. m^3 schaffen. Der Achensee kann als Staubecken bei 10 m Absenkung 66 Mill. m^3 Wasser fassen.

Abb. 1
Übersichtsplan des Achenseewerkes.

Abb. 2 und 3
Längsschnitt und Lageplan des Entnahmebauwerkes am Südende des Achensees.

Entsprechend diesem Ausbau wird das Kraftwerk auf eine Maschinenleistung von 125 000 PS, seine Jahreserzeugung auf 150 Mill. kWh gebracht werden. Das Einlaufbauwerk am Achensee, der Druckstollen, das Wasserschloß, und die Zu- und Ableitung zum Kraftwerk sind gleich für den vollen Ausbau hergestellt worden. Für die angeführten Ausbauten sind die Arbeiten inzwischen in Angriff genommen und die Maschinen bestellt worden. Mit der Inbetriebnahme des vollen Ausbaues ist daher bis zum Herbste 1928 oder 1929 zu rechnen.

Die Seesperre

Die Seesperre am Nordende des Sees ist ein einfaches, aus elf Teilen bestehendes Wehr, von dem die neun äußeren Felder mit Dammbalken, die beiden größeren inneren Felder mit einfachen Schützen geschlossen werden.

Das Entnahmebauwerk

Das Entnahmebauwerk, Abb. 2 und 3, am Südende des Sees, ist für eine größte Wassermenge von 25 m³/s berechnet. Die Entnahmestelle für das Wasser aus dem See liegt so tief, daß auch bei 10 m Absenkung des Wasserspiegels keine Luft mit eingesaugt wird; dementsprechend liegt die Sohle des Entnahmerohres 13,52 m unter dem höchsten Wasserspiegel des Sees. Das Einlaufrohr hat kreisrunden Querschnitt mit 2,60 m l. W. Es ist rd. 127 m lang und wurde für die Verlegung in acht Teile geteilt. Jedes Einlaufrohrstück wurde über dem Seespiegel aus Eisenbeton hergestellt, auf dem Rücken eines Senkkastens gelagert und dann auf die erforderliche Tiefe gesenkt. Hierbei wurden die drei seeseitigen Rohrteile von mehreren Schiffen aus, die drei mittleren von einem Pfahlgerüst und die zwei landseitigen von einer dicht über dem See

Abb. 4 bis 7
Normaler Senkkasten mit Stollenröhre des Entnahmebauwerks.

Abb. 8 und 9
Larssenwände für den Fugenschluß der Stollenrohrstücke.

Abb. 11
Querschnitt des Druckschachtes.

Abb. 10
Längsprofil des Druckstollens und des Druckschachtes.

-richteten Plattform mittels Druckluft gesenkt; Abb. 4 -s 7 zeigen den Senkkasten mit dem Einlaufrohr. Die -ohrstücke wurden in der Weise miteinander verbunden, -aß man jedes Rohrstück vor dem Versenken an beiden -nden behelfsmäßig mittels einer Wand aus Mauerwerk -schloß. Gleichzeitig mit dem Absenken der Senkkästen -urden Spundwände, die aus Larsseneisen bestanden, -d die Stirnwände zweier benachbarter Senkkästen ver-anden, nachgetrieben. Nachdem die Rohre in ihre rich-ge Lage gebracht waren, wurden die rd. 1 m breiten Zwischenräume unter Wasser voll ausbetoniert; nach Erhärtung des Betons wurden die behelfsmäßigen Abschlußmauern der Stirnwände und der zwischen den Rohrstücken eingebrachte Betonklotz durchgestemmt, Abb. 8 und 9.

Das Einlaufbauwerk enthält am Mundstück außer dem Feinrechen eine Absperrschütze und einen Einsteigschacht. Auf dem landeinwärts liegenden Rohrstück ist ein mit einem Häuschen überbauter Schacht für zwei Absperrschützen und einen Einsteigschacht vorgesehen.

Die rd. 33 m lange Verbindung zwischen dem Entnahmebauwerk und der bergmännisch im Fels gebauten Stollenstrecke wurde durch Vortreiben eines Schildes hergestellt, in dessen Schutz dieses Rohrstück mit Betonformsteinen ausgemauert werden konnte.

Abb. 12 bis 14
Wasserschloß und Apparatekammer

a Venturi-Wassermesser *b* Drosselklappe, mit der Hand bedienbar *c* selbsttätige Drosselklappe *d* Be- und Entlüftungsventil *e* eiserne Steigleiter

Der Druckstollen

Durch den Bergrücken wird das Wasser in einem rd. 4500 m langen Druckstollen geführt, der ein Gesamtgefälle von 0,5 m und einen kreisrunden Querschnitt von 2,75 m l. W. hat, Abb. 10 zeigt sein Längsprofil.

Die Bauarbeiten wurden nicht nur von der Einlaufseite aus durch einen über dem Seespiegel zunächst wagerecht und dann schräg nach abwärts gerichteten Stollen von 220 m Länge, und von der Auslaufseite am Wasserschloß, sondern auch von zwei weiteren je rd. 500 m langen Hilfsstollen aus in Angriff genommen. Hierdurch wurde die Stollenstrecke in vier Teile unterteilt, so daß sieben Angriffspunkte für die Arbeiten entstanden. Das Stollenrohr erhielt eine ringförmige Ausmauerung aus Betonformsteinen, die an Ort hergestellt wurden. Die Ausmauerung ist im allgemeinen 25 cm, in Druckstrecken 35 cm dick. Die fertige Ausmauerung wurde zur Füllung der Fugen und Felsklüfte mit Preßmörtel hinterspritzt.

Das Wasserschloß

Der Druckstollen mündet in ein Wasserschloß, das aus einer unteren Kammer mit kreisförmigem Querschnitt und 500 m³ und einer oberen Kammer mit gleichfalls kreisförmigem Querschnitt und 2200 m³ Inhalt besteht; beide Kammern sind mittels eines 42 m hohen zylindrischen Schachtes von 4 m Dmr. verbunden, Abb. 12 bis 14. Diese Bauten sind vollständig in den Fels eingesprengt und haben teilweise eine Auskleidung aus Beton oder Eisenbeton.

An das Wasserschloß schließt sich die Apparatekammer an. Sie enthält einen Venturi-Wassermesser, zwei Drosselklappen, von denen sich die eine selbsttätig bei Überschreiten der zulässigen Wassergeschwindigkeit schließt, sowie ein Belüftungs- und Entlüftungsventil.

Der Druckschacht

An den Druckstollen schließt sich ein Druckschacht an, der 513 m lang ist und eine Neigung von 45 ° hat. Seine lichte Weite beträgt 2,3 m. Statt mehrerer frei am Hange verlegter Druckrohrleitungen ist ein für alle Maschinen gemeinsamer Druckschacht gewählt worden.

Dieser wurde mit Hilfe von drei wagerechten Fensterstollen in drei Felsstrecken nach aufwärts ausgebrochen und mit je 4 m langen geschweißten Rohren ausgekleidet, Abb. 11, deren Wanddicke von 12 bis 28 mm, entsprechend dem steigenden Wasserdruck, zunimmt. Die einzelnen Rohrstücke wurden mittels Stemmuffen verbunden, die man von innen elektrisch verschweißte. Nach dem Einbau hinterfüllte man die Rohre mit Gußbeton, damit sie satten Anschluß an das Gestein erhielten. Auch hie wurden die Schwindfugen des Gesteines nachträglich durc Löcher in den Blechrohren mit Preßmörtel ausgefüllt.

Abb. 15
Druckrohr mit angeschweißten Abzweigrohren zu den Turbinen.

Der Druckschacht endet in einem Krümmer und eine kegligen Übergangsstück, das sich an die Druckleitung z den Turbinen anschließt. Letztere hat 2 m Dmr. bei 55 m Wanddicke. An das Druckrohr angeschweißte Abzweig führen das Druckwasser zu den einzelnen Turbine Abb. 15.

Das Kraftwerk

Das Kraftwerk bei Jenbach, Abb. 16 und 17, besteh aus vier Hauptteilen: dem Maschinenhaus, dem Schalt- un Kommandohaus, dem verbindenden Zusammenbau- un Ausbesserraum und der Freiluft-Schaltanlage.

Der im Kraftwerk erzeugte Strom wird an die Eisen bahn und an andere Verbraucher abgegeben. Die öster reichischen Bundesbahnen beziehen Einphasenstrom vo 16⅔ Per./s, der mit 5500 V erzeugt und auf 55 000 V um gespannt wird. Der Übergabepunkt liegt hinter den Schal tern der Hochspannungs-Freiluftanlage.

Der Strom für die anderen Verbraucher ist Dreh strom von 50 Per./s und 5500 V, der auf 115 000 V umge spannt und mittels Freileitungen verteilt wird.

Nach dem ersten Ausbau sind jetzt 3 Einphasenstrom Erzeugersätze von je 8000 PS und 2 Drehstrom-Erzeuger sätze von je 15 250 PS in Betrieb genommen worden Abb. 18 zeigt einen Blick in das Maschinenhaus, Abb. 1 und 20 seinen Grundriß und Querschnitt.

Der inzwischen in Angriff ge nommene weitere Ausbau de Kraftwerkes sieht die Aufstel lung eines vierten Einphasen strom-Erzeugersatzes von 8000 PS Leistung sowie zweier Dreh strom-Erzeugersätze von j 31 000 PS vor, die in den Jahren 1928 und 1929 in Betrieb kom men sollen. Nach dem voller Ausbau wird also die Maschinen leistung des Werkes rd. 125 000 PS und die Jahreserzeugung rd 150 Mill. kWh betragen.

Bei den jetzt in Betrieb be findlichen Stromerzeugersätzen sind die Turbinen mit ihren lie genden Wellen unmittelbar mit den Stromerzeugern als Drei lagersätze gekuppelt. Ihre Dreh zahl beträgt 500 Uml./min. Die Turbinen der Einphasen-Strom erzeuger haben Peltonräder mit je einem Laufrade von 1550 mm Dmr. und je zwei Düsen; sie werden durch Doppelreglung, bestehend aus Ablenker und Nadelverschiebung, beeinflußt. Als Bremsvorrichtung ist eine

Abb. 16
Blick auf das Kraftwerk und den Unterwassergraben bei Jenbach.

Abb. 17
Lageplan des Kraftwerkes.

a Maschinenhaus
b Zusammenbauhalle
c Schalthaus
d Freiluftschaltanlage für Einphasenstrom
e Freiluftschaltanlage für Drehstrom
f Tormaste
g Induktionsregler
h Druckschacht
i Verteilrohrleitung
k Schrägaufzug
l Anschlußgleis
m Verladerampe
n Umlademagazin
o Kohlenbunker
p Tischlerei, Wagnerei, Kreissäge
q Werkstätte (Schlosserei, Schweißerei, Schmiede)
r Kompressor
s Pumpenhäuschen
t Lokomotivschuppen
u Flugdach für Zimmermannsarbeiten
v Ölmagazin
w Benzinmagazin
x Dieselbaracke mit Wasserbehälter
y Lagerschuppen
z Lokomobilbaracke
a_1 Lagermagazin
b_1 Kraftwagenschuppen
c_1 Partieführer
d_1 Wirtschaftsbaracken
e_1 Monteure
f_1 Eisenlagerhütte

…endüse vorhanden, die den Maschinensatz in 4 min …der vollen Drehzahl zum Stillstand bringt. Die Tur… der Drehstromerzeuger haben je zwei Laufräder …einer Welle und vier Düsen; ihre übrige Ausführung …richt den Turbinen der Einphasen-Stromerzeuger.

…Die Einphasen-Wechselstromerzeuger sind für einen …ungsfaktor von 0,7 vorgesehen und vermögen während … eine Spitzenleistung von je 7000 kVA abzugeben; sie … vollkommen geschlossene Gehäuse mit Selbstbelüf… durch Kanäle im Fundament für eine Luftmenge von …m³/min. Die Abluft, die durch Abzugschlote über das … geführt wird, kann man in der kälteren Jahreszeit …Raumheizung benutzen. Eine besondere Drehvorrich…der Gehäuse erleichtert die Untersuchung der Ständer. …Läufer mit Schwungmomenten von je 36 000 kgm² sind …teilig. Zur Erregung dienen unmittelbar angebaute Er…sätze, bestehend aus je einer Haupt- und Hilfs…rmaschine.

…Die drei Einphasen-Umspanner gleicher Leistung bil…mit den Stromerzeugern eine elektrische Einheit, kön… aber durch Umschalt-Sammelschienen im Krafthause …einander ausgetauscht werden. Von diesen Umschalt…ienen führen Kabel zu den im Freien aufgestellten Umspannern (Transformatoren) mit Ölumlaufkühlung, die hochspannungsseitig an die Freileitungs-Verteilschienen für 55 000 V angeschlossen sind.

Abb. 18. Blick in das Maschinenhaus.

Abb. 19 und 20 Maschinenhaus.

a Drehstromerzeuger 50 Per./s, 13 000 kVA, 5 500 V
b Peltonturbine 15 : 50 PS
c Einphasenstromerzeuger 16²/₃ Per./s, 5 000 kVA, 5 500 V
d Peltonturbine 8 000 PS
e Einphasenstromerzeuger 8 000 PS } 2. Ausbau
f Drehstromerzeuger je 30 000 „ } 2. Ausbau
g Druckrohr mit angeschweißten Abzweigrohren
h Luftschacht für den Stromerzeuger

Abb. 21. Querschnitt des Unterwasserkanals.

Bei den Drehstromsätzen ist die Umschaltung ihr[e]
ebenfalls im Freien aufgestellten Umspanner gleichfal[ls]
vorgesehen; der Drehstrom wird von 5500 V auf 115 000 [V]
umgespannt.

Im Krafthause befinden sich zwei elektrisch ang[e]triebene Krane von je 33 t Tragkraft, die elektrisch un[d] mechanisch miteinander gekuppelt werden können, so da[ß] man sie von einem Führerstand aus gemeinsam steuern kan[n].

Der Unterwasserkanal

Der Unterwasserkanal ist 640 m lang und führt i[n] offenem Gerinne vom Krafthause zum Inn. Er hat 1 v[T] Gefälle, Trapezquerschnitt von 26 m² Fläche und Beton[verkleidung], Abb. 21. Unmittelbar hinter dem Krafthaus[e] sind Vorkehrungen zum Einbau eines Meßüberfalles g[e]troffen.

Das Schalt- und Kommandohaus

Das Schalt- und Kommandohaus ist ein mehrstöckige[r] Bau; im obersten Stockwerk enthält er die Warte (Kom[mandoraum]), Abb. 22.

Das Stockwerk darunter nimmt sämtliche Signal- un[d] Betätigungsleitungen auf, die leicht zugänglich sind und z[u] den einzelnen darüber befindlichen Schaltpulten führe[n]. Von der Warte aus werden alle Betriebsvorgäng[e] überwacht und sämtliche Schaltungen ausgeführt. Di[e] übrigen Räume enthalten die Meßwandler und Schalter fü[r] die 25 000 V-Anlage, die Sammlerbatterie für die Fernbetät[i]gung der Schaltgeräte, die Ladeumformer zur Aushilfe un[d] eine Benzinmotor-Dynamo. Über der Instrumententafel i[n] der Warte ist ein „lebendes" Schaltbild angebracht, da[s] die Stellung der einzelnen Schalter erkennen läßt. Di[e] Schalter im Linienzug des lebenden Schaltbildes werde[n] mittels kleiner Elektromotoren selbsttätig in die dem zu[gehörigen] Schalter entsprechende Schaltstellung gedreht.

Die Schaltbilder der Anlage sind als Einlinienschalt[bilder] in Abb. 23 und 24 wiedergegeben. Sowohl die Ein[phasen]- wie die Drehstromanlagen haben Doppelsammel[schienen], die in der Freiluftanlage übereinander angeord[net] sind. Diese Lage kann bei Ausbesser- und Instand[setzungsarbeiten] gewisse Schwierigkeiten mit sich bringen.

Die Verteilung des Stromes

Der Einphasenstrom wird auf der von den österreichi[schen] Bundesbahnen errichteten 55 000 V-Leitung durch da[s] Inntal geführt, an die auch das Ruetzwerk und das Spuller[seewerk] angeschlossen sind. Später werden die im Ba[...]

Abb. 22
Schaltpulte, links für Drehstrom, rechts für Einphasenstrom mit lebendem Schaltbild; in der Mitte Doppelpult für Gefahrmeldung und Ferntemperaturmessung.

befindlichen Stubbach- und Mallnitzwerke an die gleichen Leitungen angeschlossen; sie sollen dann den westlichen Teil der österreichischen Alpenländer mit dem für den Bahnbetrieb erforderlichen elektrischen Strom versorgen.

Der Drehstrom des Achenseewerkes soll dank der Speicherfähigkeit des Achensees dem Energiemangel der bestehenden Tiroler Wasserkraftwerke während des Winters abhelfen und dadurch eine bessere Ausnutzung dieser Werke ermöglichen. Hierfür konnte mit Rücksicht auf die verhältnismäßig geringen Strommengen die Spannung von 115 000 V auf 25 000 V herabgesetzt werden. Einstweilen führen 25 000 V-Leitungen von Jenbach nach Schwaz am Inn und nach Achenkirch nördlich vom Achensee, von wo aus später die Pumpwerke der weiteren Ausbauten versorgt werden sollen. Der Überschuß an Drehstrom soll, wie schon erwähnt, über die Landesgrenze an das Bayernwerk geliefert werden. Hierfür ergab sich folgende Leitungsführung: vom Kraftwerk in Jenbach wurde eine 115 000 V-Doppelleitung nach Innsbruck verlegt, die in das Umspannwerk Wilten bei Innsbruck einmündet. Die Stadt Innsbruck bezieht hier ihren Strom mit 24 500 V. Die Spannung wird von normal 115 000 V zunächst auf 29 500 V herabgesetzt in 4 Einphasen-Umspannern für je 3500 kVA Leistung, von denen einer als Aushilfe vorgesehen ist. Zur weiteren Herabsetzung der Spannung auf 24 500 V dienen 2 dreiphasige Bügel-Umspanner von je 10 500 kVA Durchgangsleistung, die die Spannung selbsttätig in 15 Stufen regeln; einer dieser Umspanner dient als Aushilfe.

Diese Art der Spannungsreglung ist erforderlich mit Rücksicht darauf, daß das Bayernwerk die Spannung der gelieferten Energie verschieden, zwischen 105 und 125 kV verlangt. Zu diesem Zweck sind auch noch drei Zusatz-Umspanner von je 27 000 kVA Durchgangsleistung eingeschaltet.

Vom Umspannwerk Wilten führt die 125 000 V-Drehstrom-Freileitung zum Bayernwerk mit 30,8 km Länge nach Scharnitz an der Landesgrenze, wobei ein Höhenunterschied von 600 m überwunden wird. Die Leitung von Scharnitz nach Kochel hat das Bayernwerk ausgeführt.

Zur Kraftübertragung von Wilten nach Innsbruck dienen Kabel für 25 000 V; nach Hall in Tirol führt eine 12,9 km lange Freileitung für die gleiche Spannung.

Die Freiluftschaltanlage des Umspannwerkes Wilten unterscheidet sich von der des Kraftwerkes in Jenbach grundsätzlich dadurch, daß die Doppelsammelschienen in U-Form nebeneinander verlegt sind. Die Schaltanlage für 25 000 V ist, wie die in Jenbach, in einem Gebäude untergebracht.

Abb. 23
Einlinienschaltbild der 5,5/55 kV-Einphasenanlage.

Abb. 24
Einlinienschaltbild der 5,5/115/25 kV-Drehstromanlage.

Abb. 23 und 24
Einlinienschaltbilder des Achenseewerkes.

- a Stromerzeuger
- b Umspanner
- c Induktionsregler
- d Erreger-Umspanner
- e Reihen-Umspanner
- f Haus-Umspanner
- g Stromwandler
- h Spannungswandler
- i Ölschalter mit Motorfernantrieb
- k Trennschalter
- l Bendmann-Ableiter
- m Drosselspulen
- n Erdungsdrosselspulen
- o Spannungszeiger
- p Stromzeiger
- q Leistungszeiger
- r Leistungsfaktorzeiger
- s Spannungszeiger für die Erregung
- t Stromzeiger für die Erregung
- u Doppelspannungszeiger
- v Nullspannungszeiger
- w Doppelfrequenzzeiger
- x Kilowattstundenzähler
- y Kilowattstunden-Summenzähler
- z Spannungsschreiber
- a_1 Leistungsschreiber
- b_1 Leistungsfaktorschreiber
- c_1 Summenstromschreiber
- d_1 Summenleistungsschreiber
- e_1 selbsttätiger Spannungsregler
- f_1 „ „ Überstromschutzregler
- g_1 Überstrom-Zeitrelais
- h_1 Überspannungs-Zeitrelais
- i_1 Differenzialstromrelais
- k_1 Erdschlußrelais
- l_1 Selektivrelais

Die an den Instrumenten und Apparaten seitlich und unten angedeuteten Querstriche bedeuten die Polzahl des Anschlusses.

Die Arbeiten und Lieferungen des ersten und zweiten Ausbaues sind von nachstehenden Firmen ausgeführt worden: Die Bauarbeiten von dem Bausyndikat Innerebner & Mayer, A. Porr, Betonbauunternehmung, G. m. b. H., und der Unionbaugesellschaft unter Hinzuziehung der Schweizer Baufirma Ed. Locher & Co. für die Druckluftarbeiten am Einlaufbauwerk;

die Druckschachtrohre und Verteilungsrohre von den Vereinigten Stahlwerken A.-G., Mühlheim a. d. Ruhr;

die Turbinen für die Drehstromerzeuger von I. M. Voith, Maschinenfabrik, St. Pölten;

die Turbinen für die Bahnstromerzeuger von der Leobersdorfer Maschinenfabrik A.-G., Leobersdorf;

die Stromerzeuger und Transformatoren für Drehstrom des ersten Ausbaues von den Österr. Siemens-Schuckertwerken A.-G., Wien;

die Stromerzeuger und Transformatoren für Einphasenstrom (Bahnstrom),

die 125 000 V-Leitung Innsbruck – Scharnitz, die 25 000 V-Leitung Jenbach – Schwaz und

die elektrische Einrichtung des Umspannwerkes Wilten von der AEG-Union Elektrizitätsgesellschaft Wien,

die gesamte Schaltanlage des Kraftwerkes Jenbach,

die 115 000 V-Leitung Jenbach – Innsbruck und die 25 000 V-Leitung in das Achental von den Österreichischen Brown-Boveri-Werken, A.-G., Wien. [B 1010]

RZ 1410

Abb. 1
Niederdruckgehäuse der 160 000 kW-Dampfturbine für das Kraftwerk Hellgate in New York auf einem hierfür besonders entworfenen Bohrwerk in der Werkstatt der A.-G. Brown, Boveri & Cie.

Turbodynamo von 160 000 kW.

Seit etwa Jahresfrist hat die A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, für das Kraftwerk Hellgate der United Electric Light and Power Co., New York, eine Turbodynamo im Bau; diese wird auf dem Raum untergebracht, der in der Maschinenhalle des Kraftwerkes für eine Maschinengruppe von 35 000 bis 40 000 kW freigelassen war, und soll aus einem Hochdruckteil für 75 000 kW bei 1800 Uml./min sowie aus einem Niederdruckteil für 85 000 kW bei 12 000 Uml./min bestehen. Beide Teile der Dampfturbine erhalten reine Überdruckräder; der Frischdampf wird mit Rücksicht auf die vorhandene Kesselanlage mit 19,6 at abs und 322 °C erzeugt und über vier Regelventile mit Öldrucksteuerung dem Hochdruckgehäuse aus Stahlguß zugeführt, worin der Dampf bis auf rd. 1,2 at abs ausgenutzt wird. Er strömt sodann in das Niederdruckgehäuse, das mit zwei Entnahmestellen zum Vorwärmen von Speisewasser versehen ist, sowie in den für 96,55 vH Luftleere berechneten Kondensator. Nach dem Stande der Stromabnahme aus dem Netz des Kraftwerkes soll die Maschinengruppe vorläufig nicht mehr als 100 000 kW abgeben. Bei 90 000 kW Belastung ist ein Wärmeverbrauch von 2975 kcal/kWh zugesichert.

Das hier wiedergegebene Bild, das uns die A.-G. Brown, Boveri & Cie. zur Verfügung gestellt hat, zeigt das Niederdruckgehäuse auf einem für diese Aufgabe besonders entworfenen Bohrwerk von Schieß-Defries, A.-G., Düsseldorf, und gibt einen zutreffenden Eindruck von den gewaltigen Abmessungen der Dampfturbine, deren Niederdruckgehäuse allein 340 t wiegt. [M 1410] H.

Neuzeitliche Eisenbahn-Betriebswerke

Von Dr.-Ing. M. Osthoff, Reichsbahnrat, Stettin

Beschreibung des 1927 fertiggestellten Betriebswerkes Gelsenkirchen-Bismarck, soweit die Ausführung von dem 1921 beschriebenen Entwurf infolge Verwendung neuer Einrichtungen, z. B. Kranbunker usw., abweicht. Beschreibung weiterer Neuerungen, wie Schlackenbrunnen, Anheizofen, Auswaschanlage, Viehwagenwäsche usw., die beim Bau nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

[I]m Laufe des Jahres 1927 ist das in Z. Bd. 65 (1921) S. 931 und 1187 im Entwurf beschriebene Bahnbe-triebswerk Gelsenkirchen-Bismarck, [d]as u. a. für das Betriebswerk Erfurt[1]) [al]s Vorbild gedient hat, in Betrieb ge-[n]ommen worden. Der Bau des Werkes [is]t durch verschiedene widrige Um-[st]ände ganz erheblich verzögert wor-[de]n. Wenn hierdurch auch die Beleg-[sc]haft des Werkes gezwungen wurde, [lä]nger als erwünscht sich mit den [al]ten, völlig unzulänglichen Anlagen [zu] behelfen, so haben diese Verzöge-[ru]ngen doch auch das Gute gehabt, [da]ß inzwischen eingetretene Fort-[sc]hritte zum Teil noch berücksichtigt [we]rden konnten.

Nachstehend werden die Abwei-[ch]ungen von dem 1921 veröffentlichten [En]twurf kurz beschrieben. Die aller-[le]tzten Neuerungen, die nicht mehr be-[rü]cksichtigt werden konnten, sind mit-[be]schrieben, während die großen, [du]rch Bodensenkungen bedingten bau-[te]chnischen Schwierigkeiten nicht be-[ha]ndelt werden können.

Zufuhr der Lokomotivkohlen

Entsprechend den Fortschritten im [Ba]u von Güterwagen mit Seitenent-[le]erung, werden die Kohlen dem Be-[t]riebswerke nicht, wie ursprünglich [vor]gesehen, in offenen 20 t fassenden Wagen, sondern in [Sei]tenentladern mit zunächst 20, später 50 bis 60 t Inhalt [zu]geführt und zu ihrer Entladung Pfeilerbahnen aus Stahl-[ba]en benutzt. Vorerst ist nur eine Pfeilerbahn *e* in Abb. 1 [au]sgeführt, die in Abb. 2 vorn links zu erkennen ist. [Soll]te sich später das Bedürfnis herausstellen, die Kohle in [Ve]rkehrsflauen Zeiten anfahren, also sehr große, etwa [fü]r ½ Jahr reichende Brennstoffvorräte lagern zu [la]ssen, so ist genügend Platz für die zweite Pfeilerbahn [*f*, A]bb. 1, vorhanden. Nach deren Bau können bei 3 m [mi]tlerer Schütthöhe im ganzen etwa 200 × 23 × 3 × 0,8 [= 1]1 000 t Brennstoff im Bereich des Greiferkrans ge-[la]gert werden.

Abb. 2
Fahrbarer Kohlenbunker mit fahrbarem Greiferdrehkran für zwei Abrüstgleise. Einseitige Brennstoffbanse mit vorläufig nur einer Pfeilerbahn.

Die Schaffung dieses großen Lagers ist möglich gewesen, obwohl der Gesamtplatzbedarf des Betriebswerkes gegen früher erheblich geringer geworden ist. Wie aus dem Lageplan Abb. 1 ersichtlich und schon im Aufsatz von 1921 vorgeschlagen, ist die Brennstoffbanse *n* statt früher südlich der Abrüstgleise *a* und *b* mit der Pfeilerbahn nördlich dieser Gleise angelegt. Da sowohl das Kranbunkergleis *h* (siehe unten) als auch die Kohlenwagengleise *e* und *f* auf den Pfeilerbahnen, zwischen deren Stützen ebenfalls Kohlen gelagert werden können, sehr wenig Platz beanspruchen, so schrumpft das für ein Betriebswerk mit z. B. zwei und mehr Ringschuppen erforderliche Gelände zu einem langen Streifen zusammen, dessen größte

[1]) „Organ" Bd. 64 (1927) S. 94.

Abb. 1
Lageplan des Bahnbetriebwerks Gelsenkirchen – Bismarck

a Abrüst-Einfahrgleise
b [W]endelokomotiven
c [Lo]komotiv-Ausfahrgleis
d Pfeilerbahn
g [E]ilrampe
h [Kr]anbunkergleis
i Ausschlackgrube
k Besandungs- u. Anheizanlage
l Untersuchungsgrube
m Uhrturm
n Brennstoffbanse
o Umformer
p Betriebstofflager
q Wasch- u. Umkleideräume
r Hilfszuggleis
s Ausbesserhalle
t 12,5 t-Laufkran
u Ersatzteillager
v Elektriker
w Werkführer
x Kupferschmiede
y Werkzeugausgabe
z Achssenke
a_1 Dreherei u. Schlosserei
b_1 Achsschenkelbank
c_1 Schmiede
d_1 Schreinerei
e_1 Anstreicher
f_1 Holzlager
g_1 Schrotbansen

Breite bedingt wird durch Lokomotivschuppen + Drehscheibe + Ein- und Ausfahrgleis. Ein solch langes, schmales Band läßt sich in bester Weise dem übrigen Bahnhof an- oder einfügen, der, von Kopfbahnhöfen abgesehen, der Natur seiner Gleise entsprechend ebenfalls eine bandförmige, an den Enden zugespitzte Grundfläche braucht. Die Kohlenwagen werden der 3,5 m über dem Bansenboden befindlichen Pfeilerbahn über eine 1 : 40 geneigte Rampe *g*, Abb. 1, zugeführt. Die Seitenentlader werden von unten her in wenigen Minuten durch nur einen Mann entriegelt und damit entladen. Zu diesem Zwecke ist die Pfeilerbahn oben trogförmig ausgebildet, Abb. 3, so daß ein bequemer Längsgang zwischen den Schienen entsteht.

Außer den geringen Entladekosten, die durch die Verzinsung usw. der Kosten für die Seitenklappen der Wagen und der Kosten für die Pfeilerbahn (etwa 300 ℳ/m) bestimmt werden, haben die Entladeeinrichtungen noch den großen Vorteil, daß die Greiferkrananlagen für die Weiterbeförderung der Kohlen auf die Tender durch den Wegfall des Ausladens von Kohlen aus den Wagen ganz erheblich entlastet werden. So angenehm auch diese Wirkungen der Seitenentlader mit Pfeilerbahn auf die Kohlenumschlagarbeiten sind, so ist der Hauptvorteil aber doch stets in dem Zeitgewinn für zusätzliche Frachten zu suchen, der durch das schnelle Entladen der Wagen erzielt wird.

Bekohlen

Für das Fortschaffen der Kohlen aus der Banse oder den Wagen in die Tender war anfänglich ein fahrbarer, breitspuriger Greiferdrehkran mit 15 m Ausladung vorgesehen. Nachdem neuerdings durch Verlegen und erhebliches Vergrößern der Gegengewichte die Ausladung der regelspurigen Greiferdrehkrane von 9 auf 12 m vergrößert worden ist, hat sich deren Anwendungsgebiet gegenüber den breitspurigen Kranen erweitert. Die Gefahr des Umkippens bei Überlastung der regelspurigen Krane, z. B. beim Sandfassen, ist aber nach wie vor sehr groß. Im übrigen sind Regel- und Breitspur-Greiferdrehkrane wohl inzwischen als überholt zu betrachten durch die von der Demag A.-G. in Duisburg im Verein mit mir neu entwickelte Bauart des fahrbaren Kranbunkers.

Dieser fahrbare Bunker, der für gewöhnlich, Abb. 3, zur ebenen Erde, in Gelsenkirchen-Bismarck, Abb. 2, jedoch mit seinem rechten Bein auf einer 0,5 m hohen Kranbahn, mit seinem linken Bein auf der Bansenwand läuft, überspannt die beiden Lokomotiv-Abrüstgleise *a* und *b*, Abb. 1, und trägt oben auf einem Gleis, das rechtwinklig zur Richtung der Abrüstgleise steht und mittels eines das Profil des Pfeilerbahngleises freilassenden Auslegers nach der Brennstoffbanse hin verlängert ist, einen fahrbaren Greiferdrehkran üblicher Bauart. Dieser Greiferkran holt die Kohlen aus der Banse — also aus dem Vollen — (nötigenfalls auch aus offenen Güterwagen) herauf und entladet sie in zwei am Kranbunker angebrachte Großtaschen, — also in's Volle —, aus denen sie später am jeweiligen Standort des Bunkers in die Tender abgezapft werden. Man soll möglichst vor dem Entschlacken bekohlen, damit die beim Entschlacken stark abgekühlten Kessel durch das Bekohlen nicht noch aufgehalten werden, sondern möglichst schnell neues Feuer erhalten oder in den Schuppen gelangen.

Der Kranbunker ist entstanden aus den früher vielfach verwendeten, die Kohlenbansen in der ganzen Breite überspannenden, also sehr langen und schweren Verladebrücken, die, ähnlich wie die fahrbaren Greiferdrehkrane, mit einem Greifer die Kohle aus Bansen oder Wagen in einen ortfesten kurzen Großbunker oder meist in eine lange Reihe ortfester Kleinbunker von je etwa 1 bis 2 t Inhalt oder, wie in Osnabrück, in zwei fahrbare Großbunker von je 100 t Inhalt entladen. Es lag nun, um jegliche Fahrwege der beim Hinweg jedesm nur etwa 1 t Bansenkohle befördernden und beim Rüc weg ständig leer fahrenden sehr schweren Verlad brücke (oder des Greiferdrehkranes) zu und von ortfest Bunkern, also um Zeit und Strom sowie um die Fah werke nebst Gleis und Platz der Osnabrücker Bunk zu ersparen, nahe, einen Großbunker an der Verlad brücke aufzuhängen; das ergab aber bei Großanlag ungeschickte Bauarten. Daher wurde der die Abrüs gleise *a* und *b* bestreichende fahrbare Bunker an Stel der Verladebrücke zum Hauptstück erhoben, je na Lage und Anzahl der Bansen ein- oder doppelseitig au gekragt und mit einem weit ausladenden, die Bansen ganzer Breite bestreichenden Drehkran versehen, d den Bunker und nötigenfalls auch unmittelbar die Te der mit Kohlen versorgt.

Die einseitige Stellung des Drehkranes, der bei ei seitigen Brennstoffbansen ortfest sein kann, bei dopp seitigen Bansen fahrbar sein muß, bedingt zum Verm

Abb. 3
Fahrbahrer Kohlenbunker mit nicht verfahrbarem Greiferdrehkran fü zwei Abrüstgleise. Einseitige Brennstoffbanse mit zwei Pfeilerbahnen.

den des Kippens das Anbringen besonderer Gege gewichte in dem Bunkergerüst, da, nur wenn die Bunke taschen stets voll wären, deren Inhalt als Gegengewic mitbenutzt werden könnte. Um diese Gegengewichte u damit die Fahrkosten des ganzen Bunkers möglich gering zu halten, müssen die Gewichte des Drehkra sowie die Längen des Bunkergerüst- und des Drehkra Auslegers richtig zueinander abgestimmt sein. Als M tenabstand der beiden Abrüstgleise *a* und *b* empfehl sich mit Rücksicht auf den Einbau von Schlackenbrunn 7,5 m, so daß die Spurweite aller zwei Abrüstgleise übe spannenden Kranbunker auf 13,3 m genormt werden kan

Jede der beiden Bunkertaschen ist in einer Waa aufgehängt, und für jede bekohlte Lokomotive ist n eine Wägung erforderlich. Damit das Wiegen nic durch Zuladen oder umgekehrt gestört wird, sind zw getrennte Taschen angeordnet, deren eine überdies f reine Kohle und deren andre für ein Gemisch aus Kohl und Preßlingen im Verhältnis von 2 : 1 gebraucht wir Mit Rücksicht auf ein leichtes und im Bau sowie Betri billiges Bunkergerüst sollte der Gesamtinhalt d Taschen allerhöchstens so groß sein, wie die Kohlenau gabe in der Nacht (oder in der dunklen Zeit) beträ Für die jetzige Abgabe von etwa 75 t in 24 h ist d Inhalt der Taschen in Gelsenkirchen-Bismarck mit 8 Kohle, die der 1¼ m³ fassende Greifer in knapp bequem einlädt, daher noch viel zu groß. Für den Fa daß die Taschen wegen Fehler an den Waagen oder V schlüssen zeitweilig ausfallen, kann die Kohle mit d Greifer unmittelbar auf die Tender geschüttet werd Das Gewicht der Kohlen wird dann nach dem Inhalt d Greifers abgeschätzt oder auf einer im Greiferdrehkr eingebauten Seilzugwaage, z. B. von Eßman & Co., Alto gewogen. Bei ernstlicher Beschädigung des Kranbunke kann ein von auswärts herbeigeholter Regelspur-Greif

Abb. 4 bis 6
Fahrbarer Greiferkranbunker für ein Abrüstgleis. Einseitige Brennstoffbanse.

a Lokomotiv-Einfahr-abrüstgleis
b Lokomotiv-Ausfahrgleis
c Hochbahngleis (Pfeilerbahn)
d Kohlenwagengleis
e Kranbunkergleis
f Schlackenbrunnen
g Druckluftrohre
h Besandungsanlage

drehkran mit 9 m Ausladung als Aushilfe dienen, der auf dem Pfeilerbahngleis *e* läuft und aus Steckdosen mit Strom versorgt wird. Man könnte ebensogut aber auch, wie in Abb. 7 angegeben, einen der vielen altbrauchbaren elektrischen Drehkrane mit einigen Kohlenhunden als Aushilfe aufstellen.

Da die Brennstoffbanse nur auf einer (der Nord-) Seite der Abrüstgleise *a* und *b* liegt, hatte ich, um an Gewicht sowie an Bau- und Betriebskosten zu sparen, auf dem fahrbaren Bunker statt des fahrbaren einen ortfesten Greiferdrehkran, und zwar ohne Seilzugwaage, nach Abb. 3 vorgesehen. Während bei stillstehendem Bunker der fahrbare Drehkran eine aus zwei Halbkreisen mit dazwischenliegendem Rechteck bestehende Fläche bestreicht, ist dann das Arbeitsfeld des ortfesten Drehkranes zwar nur eine schmale Ringfläche, die nicht breiter als die Greiferlänge ist. Aber durch Nachstürzen von Kohlen in die Ringgrube wird die nutzbare Ringfläche erheblich verbreitert (durch Wippbarmachen des Auslegers des ortfesten Drehkrans würde der Greifer statt der Ring- eine Kreisfläche bestreichen). Durch mehrtägige getrennte Messungen des Fahrstromverbrauches an einem Kranbunker wie in Gelsenkirchen-Bismarck einmal mit nicht fahrendem Bunker und fahrendem Drehkran, das andre Mal mit fahrendem Bunker und nicht fahrendem Drehkran ließe sich leicht feststellen, welche Bau- und Betriebsweise bei neuen Anlagen den Vorzug verdient. Hierbei müßte von dem Fahrstrom des Bunkers vorab ein gewisser Betrag abgezogen werden, der dem Mehrgewicht des Kranbunkers mit fahrbarem gegenüber dem mit einem ortfesten, richtig abgestimmten Drehkran entspricht. Da sich das Bunkergleis in Gelsenkirchen-Bismarck infolge der Bodensenkungen ständig ändert, so dürfte sich der dortige Kranbunker für diese Versuche weniger eignen, als z. B. der bei 15 m Spurweite, allerdings auch schwer ausgefallene Kranbunker in Halle-Nord. Um an Fahrkosten bei dem Kranbunker in Gelsenkirchen-Bismarck zu sparen, empfiehlt es sich vielleicht, den Fahrbereich des Greiferdrehkrans vorläufig durch Versetzen der Prellbockpuffer nach den Abrüstgleisen *a* und *b* zu auf das Bestreichen nur der ersten — vorhandenen — Pfeilerbahn *e* zu beschränken, damit das Gegengewicht am Bunkergerüst verkleinert werden kann.

Bei der Aufstellung der Entwürfe für Gelsenkirchen-Bismarck im Jahre 1921 war geplant, aus dem nur 5 km entfernten und stark überlasteten Betriebswerk Wanne soviel Lokomotivdienste wie wirtschaftlich irgend möglich nach Gelsenkirchen-Bismarck zu verlegen. Das ist bisher nicht möglich gewesen, so daß vor allem die Bekohlungsanlage zur Zeit erst sehr unvollkommen ausgenutzt werden kann. Würde man den Neubau auf die im Jahre 1921 bestehenden Betriebsverhältnisse mit einer Kohlenabgabe von 80 t in 24 h zugeschnitten haben, so würde man vollkommen mit einer Behandlungsanlage nach Art der in Abb. 4 bis 7 dargestellten ausgekommen sein, in der nur ein Abrüstgleis *a* und ein zweckmäßig als Pfeilerbahn *c* oder als nur etwa 0,5 m hoher Entladedamm ausgeführtes Kohlenwagengleis *d* vorhanden sind. Eine derartige Anlage arbeitet nach meiner Berechnung[2]) billiger als die bisherigen Anlagen mit Entladen der Kohlenwagen sowie Füllen und Verfahren der Kohlenhunde mit der Hand und Heben der Hunde mittels elektrischer Drehkrane, wenn die Kohlenabgabe mehr als 28 t in 24 h beträgt. Tatsächlich liegt die Grenze aber noch tiefer, vielleicht bei 20 t in 24 h, weil die Kohlenwagen nicht gleichmäßig (wie in der Berechnung angenommen) sondern stoßweise zulaufen und bei Handentladung das rechtzeitige Aufbringen der jeweilig nötigen vielen Leute den Betriebs-

[2]) „Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen" Bd. 69 (1927) S. 301.

Abb. 7
Lageplan eines Betriebswerkes mit Kranbunker nach Abb. 4 bis 6.

a Abrüstgleis
b Ausfahrgleis
c Kohlenwagengleis
d Kranbunkergleis
e Schlackenbrunnen
f Besandungsanlage
g Verwaltung und Lager
h Aushilfsdrehkrane

Abb. 8 bis 10 Schlackenbrunnen für zwei Abrüstgleise.

a Brunnen
b Ausschlackplätze
c Tunnel
d, e Abrüst-Einfahrgleise
f weitmaschige Roste
g auswechselbare Eisenbetonbalken
h Druckluft-Spülrohre
i verschiebbare Deckel

werken die größten Schwierigkeiten bereitet. In Abb. 7 müßte für Gelsenkirchen-Bismarck u. a. in das Ausfahrgleis *b* (nicht wie in Abb. 1 im Gleis *c* angegeben) noch eine Untersuchungsgrube eingebaut und die Entfernung zwischen Besandungsanlage *h* und Schlackenbrunnen *f* vergrößert werden, damit Sand nehmende Lokomotiven nicht das Ausschlacken andrer Lokomotiven behindern oder umgekehrt selbst behindert werden.

Entschlacken

Die ursprünglich vorgesehene, zwischen den Abrüstgleisen *a* und *b* liegende, feuerfest ausgekleidete Schlakkengrube (vergl. Abb. 3) von etwa 3,6 m Tiefe ist nachträglich mit elektrisch verschiebbaren Deckeln aus Streckmetall versehen worden, die ein Hineinfallen von Leuten verhindern, zeitweilig aber das Herausholen der Schlacke mit dem Greifer gestatten sollen. Obwohl die von den Ausschlackern begangenen Kanäle in den Abrüstgleisen *a* und *b* mit fahrbaren, als Verlängerung der schrägen Rutschen dienenden Schüttrümpfen versehen sind, rutscht die Schlacke nicht genügend weit nach der Mitte der Grube zu, so daß deren Rauminhalt nur ungenügend ausgenutzt wird, wenn nicht die Schlacke in kostspieliger Weise mit der Hand nach der Seite geschaufelt wird. Diese Bauart der Ausschlackanlagen ist als durch die inzwischen verbesserten amerikanischen Schlackenbrunnen überholt zu bezeichnen. Ein solcher, für zwei Abrüstgleise bestimmter Brunnen, Abb. 8 bis 10, der Eisenbetonfirma Schäffer & Co., Duisburg, ist für den Neubau des Betriebswerkes Kottbus geplant. Der Brunnen ist oben an seiner mittleren (Entleerungs-)Öffnung allseitig hoch eingefriedigt und an seinen beiden seitlichen (Füll-) Öffnungen in den Abrüstgleisen mit Rundeisenrosten *f* von etwa 30 cm Maschenweite ständig abgedeckt, so daß niemand in den etwa 6 m tiefen Brunnen hineinfallen kann, dessen Löschwasser bis etwa an die Gleisschienen heranreicht und daher eine teure, feuerfeste Auskleidung entbehrlich macht. Die sich zunächst nach dem Schüttwinkel (gestrichelte Linie) ablagernde Schlacke wird durch seitlich aus den Rohren *h* eingeführte Druckluft oder durch Druckwasser von Zeit zu Zeit auf billigste Art aufgewühlt, so daß sich der Brunnen etwa gemäß der strichpunktierten Linie fast ganz mit Schlacke anfüllt. Die Schlacke wird nach Bedarf mit dem Greifer des Kranbunkers ohne Störung der Kohlenausgabe durch die mittlere Schachtöffnung bequem herausgeholt und in Wagen verladen, die auf der Pfeilerbahn aufgestellt sind. Da die Schlackenmenge im Mittel nur etwa 10 vH der ausgegebenen Kohlenmenge beträgt, so können selbst stark benutzte Greifer diese Arbeiten wohl stets mitübernehmen, auch wenn für den Umschlag von Lösche, Anheizbriketts und Naßsand, deren Menge etwa 3 bis 5 vH der ausgegebenen Kohle beträgt, ferner noch eine geringe Mehrleistung hinzukommt. Die sonst üblichen langen Kanäle in den Abrüstgleisen sind zu Ausschlackplätzen *b* zusammengeschrumpft, die durch Gänge *c* von den Seiten her auf kürzesten Wegen gefahrlos erreichbar sind und überdies durch verschiebbare Streckmetallrahmen *i* völlig abgedeckt werden können. Der frostfreie Hohlraum neben dem warmen Brunnen kann zum Aufstellen eines Windkessels für die Wasserkrane mitbenutzt werden. Sehr erwünscht wäre es, die Aschkästen der Lokomotiven so einzurichten, daß sie nicht wie jetzt meist von unten her, sondern von den Seiten oder von oben her geöffnet und ohne weiteres Zutun durch Schwerkraft entleert werden könnten.

In Abb. 4 und 6 ist ein nur ein Abrüstgleis unterfassender Schlackenbrunnen *f* dargestellt, dessen Entleerungsöffnung in die Brennstoffbanse verlegt ist. Liegt die Banse, wie z. B. beim Entwurf für das Betriebswerk Kottbus, rechts und links von den beiden Abrüstgleisen, so können auch bei zwei Abrüstgleisen die Schlackenbrunnen nach Abb. 4 und 6 für jedes Gleis besonders ausgeführt werden, und dadurch der Gleisabstand von 7,5 m in Abb. 9 auf etwa 5,5 m herabgedrückt werden, so daß zwischen den beiden Abrüstgleisen gerade noch Platz für die nur hier aufstellbare und wohl mindestens 1,1 bis 1,5 m breite Anheizanlage bleibt.

Die aus den Rauchkammern der Lokomotiven mit Schaufeln herausgeholte Lösche, deren Anfall entsprechend der Vergrößerung der Rauchkammern immer geringer wird, wird neuerdings nicht mehr in Gruben, die mit dem Greifer von Zeit zu Zeit zu entleeren sind, geworfen, sondern ebenso bequem in ebenerdige Bansen zwischen den Abrüstgleisen *a* und *b*, oder an den Kohlenbansen abgeworfen, um Hineinfallen von Leuten in Gruben zu verhüten.

Anheizen

In der Anheizanlage für die Versorgung der ausgeschlackten Lokomotiven mit frischem Feuer wird in Gelsenkirchen-Bismarck Steinkohle angebrannt, deren sehr reichliche Abwärme zum Erhitzen von Wasch- und Badewasser sowie zum Sanddarren ausgenutzt wird. Da Steinkohle, besonders wenn sie wie Ruhrkohle stückarm ist, lange Zeit (30 bis 45 min) zum Anbrennen braucht, so können hier bei starkem Zulauf nicht alle entschlackten Lokomotiven mit frischem Feuer versehen werden, sondern ein Teil muß sich mit dem aus altem Feuer oft mühselig bereiteten „Reservefeuer" behelfen. Da ferner das einen Teil des Rostes bedeckende Reservefeuer das schnelle Entschlacken behindert, sollen in Kottbus mit einer Kohlenabgabe von etwa 300 t in 24 h und mit bis etwa 200 in 24 h zu behandelnden Lokomotiven in der neuen Anlage des Verfassers die Roste aller auszuschlackenden

Abb. 11 bis 13
Anheiz- und Besandungsanlage für zwei Abrüstgleise.

a Brikettbunker	*f* Sanddarre mit Ofen
b Verschlußschieber	*g* Sandförderkessel
c Drehklappe	*h* Sandförderrohr
d Anbrennschächte	*i* Streusandbunker
e Naßsandbunker	*k* Abzapfrohr

Lokomotiven stets restlos gereinigt und sofort wieder mit völlig frischem Feuer aus leicht anbrennbaren Industrie-Briketts (Halbsteine) aus Braunkohle versehen werden.

Die Anlage, Abb. 11 bis 13, sollte aus Eisenbeton errichtet werden. Die Briketts werden mit dem Greifer des Kranbunkers in einen den Wochenbedarf fassenden Hochbunker *a* gefüllt, aus dem sie nach Bedarf in Mengen von etwa 50 kg in kleine Schachtöfen *d* abgezapft werden. Nach Anbrennversuchen des Verfassers, die zunächst in Kottbus mit Leuchtgas und dann bei den Eintracht-Braunkohlenwerken in Welzow mit und ohne Gas aus Gaserzeugern vorgenommen wurden, genügt das Einleiten von Gebläseluft mit einem Druck von etwa 40 mm W.-S., um 50 kg Briketts mittels der von der vorhergehenden Ladung übriggebliebenen glühenden Kohlenreste in nur 6 min so anzubrennen, daß sie, mit Schaufeln an die Rohrwand geworfen, auf dem Lokomotivrost mit Flamme weiter brennen. Eine derartig leistungsfähige und sparsam arbeitende Anlage kann also allen Anforderungen genügen.

Wie in Gelsenkirchen-Bismarck, so ist auch hier, Abb. 11 bis 13, die Sanddarranlage mit der Anheizanlage verbunden. Der mit dem Greifer in den Hochbunker *e* gefüllte Naßsand rutscht infolge der Schwerkraft in die Darre *f* (Bauart De Limon-Fluhme & Co., Düsseldorf), wird dort getrocknet und gesiebt, fällt als Streusand weiter in die Förderkessel *g*, wird von hier mit Druckluft von Zeit zu Zeit in den Hochbehälter *i* gefördert, aus dem er mittels der Gelenkrohre *k* in die Sandkasten auf den Lokomotivkesseln abgezapft wird. Die bekannte Druckluft-Sandförderung, Bauart Pohle, die auch in Gelsenkirchen-Bismarck eingebaut ist, arbeitet ausgezeichnet und sehr billig.

Die Drehscheibe von 350 t Tragkraft und 23 m Dmr. ist nach der bekannten, wagerechte Federbleche zwischen den Trägerhälften als Gelenke benutzenden Bauart der Rheiner Maschinenfabrik, Windhoff-A.-G., Rheine i. W., als Gelenkdrehscheibe mit Rollenlager am Königsstuhl ausgebildet. Die Königsstuhllager werden bei strenger Kälte statt wie bisher durch außen angehängte Kokskörbe nach den Probeausführungen des Verfassers in Kottbus und Lübbenau zweckmäßig durch eingebaute elektrische Heizbänder oder -patronen von etwa 200 W Leistungsverbrauch angewärmt.

Der Ringschuppen mit einer Standlänge von 26 m ist vorläufig für nur 16 Stände (bei einem Lokomotivbestand von 36 Lokomotiven) nach den bekannten Normen des Reichsbahn-Zentralamtes ausgebaut und enthält in seinem westlichen Ende Bureau- und andre Hilfsräume. Das Holzdach ist so gebaut, daß die Stände später bequem noch um etwa 10 m verlängert werden können. Der Schuppen mit auf der ganzen Dachlänge durchgehenden Licht- und Luftöffnungen ist sehr hell und rauchfrei. Die in Gelsenkirchen-Bismarck verwandte Sammel-Rauchabführung mit ihrem in die äußere Schuppenwand oben eingebauten, begehbaren Rauchkanal und dem hohen Steinschornstein ist verhältnismäßig teuer und wird daher neuerdings vielfach durch billige, feuerfest getränkte, hölzerne Einzelkamine über den Schuppengleisen ersetzt. Liegt ein Wasserturm dicht neben einem Schuppen mit Sammel-Rauchabführung, so kann man den teuren Schornstein durch ein in der Mitte des Wasserturmes hochgeführtes, gegen Wärmeverluste geschütztes Rohr ersetzen.

Auswaschen

Die zur Zeit gebräuchlichsten Auswaschanlagen für Lokomotiven, bei denen das warme, vorher aus dem Kessel abgelassene Abwasser zum Ausspritzen der Kessel benutzt wird, lassen sich in drei Gruppen A bis C einteilen, deren einfachste Ausführungen in Abb. 14 bis 16 wiedergegeben sind. A ist das Dampfverfahren, bei dem nur die Wärme des zu Beginn vorhandenen und des später nachentwickelten Abdampfes, und zwar restlos in das Speisewasser geleitet wird. B ist das Heißwasserverfahren, bei dem ein Teil der Wärme des unter eigenem Dampfdruck abgelassenen Abwassers im Speisewasser wiedergewonnen wird. C ist eine Vereinigung der Verfahren A und B. Bei Überschuß an 80 bis 90 °C heißem Spritzwasser kann die Auswasch-Pumpenanlage zum Abspritzen des öligen Schmutzes von den aus dem Dienst kommenden Lokomotiven mitbenutzt werden.

Im Dampfverfahren A, Abb. 14, das dem Verfahren Nr. 6 der Reichsbahn entspricht, verbleibt zu viel Wärme im Abwasser, und das Speisewasser, das durch die Kreiselpumpe *g* aus dem Unterflurbehälter *b* in den Kessel *a* gefördert werden muß, erhält durch den Abdampf allein zu wenig Wärme. In Abb. 15 ist als Vertreter des in Süddeutschland und im Ausland verbreiteten Verfahrens B meine für Kottbus entworfene, von

Abb. 14
Dampfverfahren A.

a Lokomotivkessel
b Speisewasserbehälter
c Spritzwasserbehälter
d Wärmeaustauscher, Abb. 15 und 16
e Speisewasserspeicher, Abb. 15
f Ausdehnungsgefäß mit Schwimmerventil, Abb. 15
g Kreiselpumpe
h Elektromotor
i Reinwasserleitung
k Abdampf, Abb. 14 und 16
l Kesselspeisewasser
m Kesselabwasser
n Spritzwasser
o Schwadenabzug, Abb. 15
p Drosselventil
q Luftsaugeventil, Abb. 15
r Blechtrichter, Abb. 15 und 16

Abb. 16
Vereinigtes Dampf-Heißwasserverfahren C.

Abb. 14 bis 16
Anlagen zum Warmauswaschen von Lokomotiven.

Abb. 15
Heißwasserverfahren B.

der Maschinenbau A.-G. Balcke, Bochum, unter Verwendung eines alten Lokomotivkessels als Wärmeaustauscher *d* gelieferte und seit 1927 betriebene Anlage dargestellt, bei der nach wärmewirtschaftlichen Messungen an einer Schwesteranlage in Jädickendorf etwa 82 vH der vorhandenen Wärme wiedergewonnen wird. Die wärmeisolierten Rohrleitungen sind auf kürzesten Wegen am Schuppendach aufgehängt, werden also billig und bleiben trocken. Jede Lokomotive wird bei dieser auch sonst ausgezeichnet arbeitenden Anlage[3]) in kürzester Zeit für sich behandelt, während bei den Verfahren A und C das Ablassen des Dampfes sehr lange (etwa 2 h) dauert. Obwohl sich hier durch gleichzeitiges Ablassen des Dampfes (also durch wärmetechnische Kupplung) mehrerer Kessel die Behandlungszeit zwar abkürzen läßt, wird doch die des Verfahrens B bei weitem nicht erreicht. Da die Temperatur eines Kessels in allen seinen Teilen entsprechend der völlig gleichmäßigen Abnahme des Dampfdrucks gleichmäßig sinkt, so schadet das Ablassen des Kesselwassers unter eigenem Dampfdruck dem Kessel nicht, sofern bei nicht allzu schnellem Ablassen des Wassers oder Abnahme der Temperatur die einzelnen Kesselteile genügende Zeit haben, um sich allmählich spannungslos zusammenzuziehen. Wenn bei einer mit Kohlenstaub gefeuerten Lokomotive der Kessel in ¾ h von 15 auf 195 °C, ohne Schaden zu nehmen, angeheizt werden kann, so dürfte man auch wohl unbedenklich in ½ h seine Temperatur von 150 auf 100 °C senken können. Der bei den Verfahren A und C um 100 °C herum vorhandene Haltepunkt in der Schaulinie der Kesseltemperatur fällt beim Verfahren B fort.

Die in Abb. 15 gestrichelt gezeichneten Teile stellen einen nur für große Betriebswerke erforderlichen Zusatzkessel *e* dar, in dem heißes Speisewasser für solche Lokomotiven gespeichert wird, die z. B. wegen Kesselschäden erst nach längerer Zeit wieder gefüllt werden können.

Mein Verfahren C[4]) wurde 1922 zum ersten Mal in Osterfeld-Süd ebenfalls von der Firma Balcke, Bochum, ausgeführt. Diese mehrfach untersuchte Anlage arbeitet ebenfalls mit einem sehr guten Gesamtwirkungsgrad und war deshalb auch für Gelsenkirchen-Bismarck vorgesehen. Das Speisewasser aus Leitung *i* wird beim Durchfließen des Wärmeaustauschers *d* durch das zum Ausspritzen des Kessels *a* noch zu heiße Abwasser zunächst vorgewärmt, dann im Hochbehälter *b* durch Einleiten des Abdampfes der nächstfolgenden Lokomotive hochgeheizt und später durch die Luke oben auf Mitte Kessel in diesen abgelassen. Das Spritzwasser wird aus der Grube *c* durch eine am besten von oben her eingehängte Kreiselpumpe *g* mit Überflurmotor *h* auf 6 bis 8 at Überdruck gebracht. Liegt der Speisewasserbehälter *b* unter Flur wie in Abb. 14, so kann auch das 100 °C heiße Abwasser (siehe DRGM Nr. 812 206) mittels Rohrschlange oder ähnlichen Wärmeaustauschers von genügend großer Heizfläche unter gewöhnlichem Luftdruck durch *b* geleitet werden, ehe es in Grube *c* gelangt.

In Gelsenkirchen-Bismarck sollte der Hochbehälter *b* für das heiße Speisewasser in dem neben dem Schuppen stehenden Wasserturm aus Stahlbeton untergebracht werden. Da der 20 m hohe Unterbau des 600 m³ fassenden, aus dem Ringnetz des Wasserwerkes für das nördliche Kohlenrevier gespeisten Wasserturmes jedoch als offenes Eisenfachwerk, Abb. 2, ausgeführt ist, so ist deshalb wohl der Behälter *b* unter Flur verlegt, und das Speisewasser muß durch die Kreiselpumpe *g* in den Kessel *a* gefördert werden. Als Besonderheit ist noch zu erwähnen, daß der überschüssige Dampf im Schuppen abgestellter Lokomotiven in einen Wärmeaustauscher geleitet wird und sein warmes Niederschlagwasser in den Speisewasserbehälter *b* der Auswaschanlage fließt. Die geschlossene Wasserseite des Wärmeaustauschers steht von unten her unter dem Leitungsdruck des Wasserturmes und das oben abgezapfte Warmwasser wird zum Waschen und Baden benutzt. Ein solches Verfahren kann ebenso wie z. B. das „kostenlose" Heizen der Schuppen durch Lokomotiv-Überschußdampf die Lokomotivmannschaften und Feuerleute dazu verleiten, Überschußdampf absichtlich zu erzeugen, um mangels andrer Heizung stets warmes Wasser und warme Schuppen zu haben. Überschußdampf sollte eigentlich nur in solchen Schuppen aufkommen, die am Ende langer großer Steigungen des Bahnnetzes liegen.

Das Betriebstofflager, das auch die Verwaltungsräume mitenthält, Abb. 1, würde besser mit dem Lokomotivschuppen in dieselbe Flucht gelegt, schon damit die Wege vom Lager zu den Abrüstgleisen (Holen von Schmieröl) abgekürzt werden. Die auch in Würzburg angewandte Ölförderung aus kleinen, sich durch Rückschlagventile selbsttätig wieder füllenden Vorbehältern unten an den großen Tanks mittels Druckluft von etwa 2 at Überdruck arbeitet ausgezeichnet. Zum Anwärmen dickflüssiger Öle habe ich mit bestem Erfolg elektrische Tauchwärmer von etwa 50 bis 75 W Leistungsverbrauch benutzt, die, an einem biegsamen Messingrohr sitzend, von oben her durch die Spundlöcher der Ölfässer an die Zapfstellen gebracht werden.

[3]) DRP Nr. 420 395.
[4]) DRGM Nr. 812 206.

Ausbessern

Die Ausbesserwerkstätte ist nicht, wie im ıtwurf 1921 vorgesehen, durch zwei Gleisbogen von 180 m ılbmesser mit dem Schuppen verbunden, sondern zwei radlinig verlängerte, stumpf endende Schuppengleise sind ‑mäß Abb. 1 zu einer besonderen Lokomotivwerkstätte sgebaut. Diese Werkstätte enthält u. a. eine die beiden eise unterfahrende elektro-hydraulische 30 t tragende hssenke mit 4 m größter Grubentiefe und darüber ıen 5 t tragenden Laufkran von 16,5 m Spannweite, der a. zum Befördern der Radsätze auch aus und in die nkgrube dient.

Die die drei südlichen Gleise überspannende Hochlle der Wagenwerkstätte hat einen 17 m weit gespannten ufkran von 12,5 t statt ursprünglich 30 t Tragkraft ıalten, so daß z. B. beladene Güterwagen nicht eintig etwa zwecks Auswechselns von Radsätzen, Tragern oder dergl. angehoben werden können. Für Neuagen von ähnlich gearteten Betriebswerkstätten, deren fgaben sich nach der neueren Entwicklung des Werkttenwesens bei der Reichsbahn hauptsächlich auf die sbesserung der Fahrzeuge durch Auswechseln von Einteilen (Austauschbau) beschränken, empfiehlt es sich :h wie vor, zur Vermeidung von als Fallen wirkenden mpfgleisen zwei passend gelegene und von einer Hochle überdeckte Gleise der Wagenwerkstätte durch freiıende Gleisbogen von 180 m Halbmesser mit zwei Schupıgleisen zu verbinden. Das wäre z. B. ganz selbstverindlich, wenn statt des Ring- ein Rechteckschuppen vorıden wäre. Über den zur Lokomotivausbesserung mitıutzten zwei Werkstattgleisen ließe man dann einen igs und quer verfahrbaren 30 t tragenden Bockkran[5]) der ma Gebr. Dickertmann, A.-G., Bielefeld[6]), laufen, der alle kommenden Hebearbeiten an Wagen und Lokomotiven ıführt und mittels einer im östlichen Hallenende über ır nur 1,7 m tiefen Grube eingebauten Hebebühne das swechseln einzelner Lokomotiv-Radsätze mitbesorgt.

Der Neubau einer Viehwagenwäsche in Gelekirchen-Bismarck ist durch Vergrößerung der Waschıgen in Essen-Nord und Dortmunderfeld überflüssig orden. Als neuzeitliche Wagenwäschen seien die von au und Neu-Bentschen erwähnt. Abb. 17 zeigt den ırschnitt durch die Gleise am Anfang der Anlage. Aus e in Gleisen a und b aufgestellten Viehwagen wird zuähst das lose Stroh in die Bansen d geworfen und später Zeit zu Zeit verbrannt. Die festen Rückstände wer‑ in im tiefgelegenen Stumpfgleis c aufgestellte offene gen gewöhnlicher Bauart geworfen und als Dünger Anschüttstoff abgefahren. War das beförderte Vieh henverdächtig oder -behaftet, so werden die Rückstände in alte Wagen mit wasserdicht gemachten eisernen Kästen geworfen, schichtenweise mit Entseuchungsstoffen übergossen und nach Vergrabungsstellen abgefahren.

Bei späterer Weiterfahrt auf den in der Fahrrichtung zweckmäßig etwas geneigten Gleisen a und b gelangen die Viehwagen an die wasserdicht betonierte Waschstelle, Abb. 18, mit oben aus einem Lattenrost bestehender Waschbank e. Das im nebenliegenden Maschinenhaus in einfachen, nicht untersuchungspflichtigen Heizkesseln h auf etwa 60 °C erwärmte Waschwasser wird durch eine Elektrokreiselpumpe g, die von der Waschbank e aus mittels Druckknöpfe gesteuert wird, unter 6 bis 8 at Überdruck gesetzt, durch das wärmeisolierte Rohr f nach der Waschbank geleitet und dort auf 2 bis 3 Anschlüsse für die Spritzschläuche verteilt. Neben den Zapfstellen des Waschwassers liegen auch die Rohranschlüsse für die z. B. durch Druckluft geförderten flüssigen Entseuchungsmittel. Damit das Waschwasser aus den Wagen schnell abfließt, sind die Gleise an der Waschstelle nach der Waschbank zu etwas geneigt anzuordnen. Die Warmwasserkessel, für die in Kalau gemäß Abb. 18 alte, ausziehbare Röhrenkessel benutzt sind, sind mit einem mittels Schwimmerventils gespeisten, in Kalau aus einem alten Tender bestehenden Wasserbehälter i verbunden, der selbsttätig das aus den Kesseln h abgepumpte Wasser ersetzt und nach dem Verfahren der Apparatebauanstalt von Koch & Reitz, Hannover, die z. B. in den Arbeitspausen überschüssige Wärme der Kessel h speichert. In Kalau ließ sich nach dem Umbau im Mittel der Wasserverbrauch auf 1 m³, der Brennstoffverbrauch auf 18 kg Braunkohlen (Preßlinge) und der Strombedarf auf 0,8 kWh für jeden Viehwagen herabdrücken.

Wie ersichtlich, sind seit 1921 ganz erhebliche Fortschritte in der Anlage von Betriebswerken gemacht worden, die sich hauptsächlich in der Richtung bewegen, die menschliche Arbeit, die hier zum Teil, wie z. B. das Aufladen von trockener Schlacke, gesundheitschädlich ist, möglichst durch mechanische Arbeit zu ersetzen und das Ganze als Fließarbeit auszubilden. Durch diese Maßnahmen lassen sich die verhältnismäßig hohen Betriebskosten der im In- und Ausland vielfach noch sehr altertümlich anmutenden Behandlungsanlagen für Lokomotiven ganz erheblich verringern. Für rasche Fließarbeit wäre es wünschenswert, dürfte aber wohl kaum erreichbar sein, daß die Dampflokomotiven, deren Einzelteile für eine billige Ausbesserung ja schon genormt werden, auch hinsichtlich ihrer Öffnungen zum Fassen von Wasser, Kohlen, Anheizpreßlingen, Sand und Gas oder zum Entleeren der Rückstände in ihren Lagen zueinander und Abmessungen derart vereinheitlicht werden könnten, daß, wenn z. B. eine beliebige Lokomotive über dem Schlackenbrunnen ausschlackrecht steht, ihre Öffnungen zum Fassen von Wasser, Kohlen, Sand und Gas ebenfalls die richtige Lage zu den Mundstücken der entsprechenden Vorratbehälter haben.

[B 1006]

[5]) DRP Nr. 386 833.
[6]) Vergl. „Organ" Bd. 64 (1927) S. 319 oder VDI-Nachrichten" Bd. 7 Nr. 52 S. 3.

Abb. 17 und 18
Reinigungsanlagen für Viehwagen.

a, b Viehwagengleise
c Düngerwagengleis
d Strohbansen
e Waschbank
f Spritzleitung
g Elektrokreiselpumpe
h Warmwasserkessel
i Warmwasserspeicher

Carl Busley †

Am 7. Oktober 1850 zu Neustrelitz geboren, absolvierte Carl Busley dort die Realschule und bezog 1871 nach einer praktischen Arbeitszeit in einer Maschinenfabrik die damalige Gewerbeakademie in Berlin, wo er 1874 die Diplomprüfung als Schiffsmaschineningenieur bestand. Danach trat Busley als Ingenieuraspirant in die Kaiserliche Marine ein, wurde 1875 als Marineingenieur bei der Kaiserlichen Werft in Kiel fest angestellt und 1879 als Lehrer zur Marineakademie und -schule in Kiel kommandiert. In dieser Stellung wurde er 1890 zum Professor, 1895 zum Geheimen Regierungsrat ernannt. 1896 nahm er seinen Abschied, um bei der Werft von F. Schichau, Elbing, als Bevollmächtigter einzutreten, welche Stellung er bis 1920 bekleidete. Busley war außerdienstlich besonders als Jury-Mitglied auf Industrie- und Weltausstellungen tätig.

Im Jahre 1899 gelang besonders durch seine Mitwirkung die Gründung der „Schiffbautechnischen Gesellschaft", einer wissenschaftlichen Vereinigung von Schiffbauern, Reedern, Seeoffizieren usw., die wie die „Institution of Naval Architects" in England und die „Association technique maritime" in Frankreich die Hebung des nationalen Schiffbaues verfolgt. Busley wurde von Anfang an zum Vorsitzenden dieser Gesellschaft gewählt und bekleidete diese Stelle bis zu seinem Tode. Auch an der Gründung des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, dessen Vorsitz er in den ersten Jahren führte, hatte er großen Anteil.

Seine freie Zeit widmete er erfolgreich der Förderung des Segelsports. Unter seiner Mitarbeit wurde 1882 in Kiel die erste internationale Segelregatta veranstaltet, die den Grund zu der späteren weltbekannten „Kieler Woche" legte, deren Leitung lange Jahre in seinen Händen lag. 1887 gehörte Busley zu den Gründern des Marine-Regattavereins, aus dem 1891 der Kaiserliche Yacht-Club entstand, dessen Vorstand er ununterbrochen angehört hat, bis er 1925 zum Ehrenvorsitzenden ernannt wurde. 1886 wurde auf sein Betreiben der Deutsche Seglerverband ins Leben gerufen, dem heute sämtliche, das sportliche Segeln pflegende deutsche Vereine angehören.

Im Jahre 1907 traten auf seine Veranlassung die Segler der hauptsächlichsten europäischen Staaten in London zusammen, um die International Yacht Racing Union zu gründen, durch welche die gemeinsamen Vermessungs- und allgemein gültigen Wettfahrbestimmungen für die Segler von ganz Europa eingeführt wurden. An der Spitze dieser Organisation stand ein fünfgliedriger ständiger Ausschuß, in dem Busley Deutschland, Österreich und die Schweiz vertrat. Im Jahre 1912 wählte man Busley zum Vorsitzenden des Deutschen Seglerverbandes, eine Stellung, die er über ein Jahrzehnt bekleidete; 1925 wurde er Ehrenmitglied des Verbandes.

Im Jahre 1901 zum Vorsitzenden des Deutschen Vereines für Luftschiffahrt in Berlin gewählt, nahm Busley hervorragenden Anteil an den Vorbereitungen für die Zusammenfassung der einzelnen deutschen Luftschiffervereine zu einem gemeinsame Interessen verfolgende deutschen Luftschifferverbande, der im Anfang de Jahres 1903 in die Öffentlichkeit trat, und dem im Jahr 1905 die ebenfalls unter seiner besonderen Mitwirkun begründete Fédération Aéronautique International folgte, deren erster stellvertretender Vorsitzender er wa 1905 in den Repräsentantenausschuß des Kaiserliche Automobil-Clubs gewählt, bemühte sich Busley um d Verbreitung und Entwicklung des Motorbootsports. 19 wurde unter seiner Leitung der deutsche Motoryach Verband ins Leben gerufen, und im Jahre 1908 schloß sic dieser der ebenfalls auf Busleys Anregung zusammen getretenen Association Internationale de Yachting Auto mobile an, in der Busley das Amt eines stellvertretende Vorsitzenden bekleidete.

1898 gehörte Busley zu den eifrigsten Vorkämpfer für die Errichtung eines Deutschen Flottenvereins, u nach dem Beispiel der englischen „Naval League" da Verständnis für die Wichtigkeit einer starken Seemach im Volke zu verbreiten. Er saß im Vorstand des Deu schen Flottenvereins von seiner Gründung bis zum Ja nuar 1908, wo er das von ih bekleidete Amt eines stellve tretenden Vorsitzenden nie derlegte, um nur noch per sönliches Mitglied des G samtvorstandes zu bleiben.

Im Jahre 1908 war Bu ley im Ehrenamte der Leite der vom Verein Deutsche Schiffswerften vom Juni bi Oktober in Berlin stattfinden den Deutschen Schiffbauaus stellung. Auch die Leitung der im Frühjahr 1910 i Berlin vom Kaiserliche Automobil-Club und de Verein Deutscher Motorfahr zeug-Industrieller veransta teten Motorboot- und Motoren Ausstellung lag ebenfal ehrenamtlich in seinen Hän den. 1911 war er als Deut scher Generalkommissar de Weltausstellung in Turin Von 1912 bis 1924 war e Präsident des Ausstellungs und Messeamtes der deut schen Industrie. 1912 wurd Busley vom Rektor und Sena der Technischen Hochschule Berlin, auf einstimmigen An trag der Abteilung für Schiff und Schiffsmaschinenbau di Würde eines Doktor-Inge nieurs Ehren halber in An erkennung der hervorragenden Verdienste um den Schiff bau und die deutsche Industrie sowie seiner Förderun von Fachvereinen und Ausstellungen verliehen. Ferne hat die Technische Hochschule ihn anläßlich der Fünfund zwanzigjahrfeier der Schiffbautechnischen Gesellschaf 1924 zu ihrem Ehrenbürger ernannt.

Carl Busley
geb. 7. Oktober 1850, gest. 13. Februar 1928.

Busley hat sich außerdem schriftstellerisch betätig Am meisten bekannt ist wohl sein Lehrbuch „Die Schiffs maschine", das 1883 erschien und mehrere, auch fremd sprachige, Auflagen erlebte. Auch in dieser Zeitschrift sin in jener Zeit ganze Aufsatzreihen erschienen[1]), von dene einige die Grundlage zu seinen weiteren Werken bildeten

Auf einer Weltreise erlag Busley am 13. Februa an Bord der „Fulda" kurz vor Colombo einer Lungen entzündung. Mit ihm ist einer der hervorragendsten Ver treter der Technik aus dem Leben geschieden, ein Or ganisator ersten Ranges, der es mit besonderem Geschic

[1]) Z. Bd. 31 (1887) bis Bd. 41 (1897).

ıd stets in vornehmster Form verstand, die von ihm vertetenen Ideen durchzusetzen, Schwierigkeiten zu ebnen ıd widersprechende Meinungen auszugleichen. In vorıdlicher Weise hat er die ihm übertragenen zahlreichen mter bis zum letzten Augenblick in hingebendster Weise erwaltet. Ein sehr großer Teil seiner Tätigkeit galt der Schiffbautechnischen Gesellschaft", die seiner Führung esonders in den Jahren vor dem Kriege ihre hervorıgende Stellung mit verdankt. Sie hat ihm die höchsten hren zuteil werden lassen, indem sie ihm 1913 die Goldene Denkmünze verlieh und ihn 1920 zum Ehrenmitglied machte. Dem Verein deutscher Ingenieure gehörte er seit 1880 an, seit 1896 dem Berliner Bezirksverein.

Busley wird nicht nur der deutschen Technik und Wissenschaft, sondern der ganzen Welt unvergessen bleiben. [P 1343]

Dr.-Ing. E. h. Presse

Berliner Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure

Zum hundertsten Todestage Tullas, des Bezwingers des Rheinstroms

Von Oberregierungs- und Baurat R. Seifert, Berlin

Am 27. März 1928 sind hundert Jahre verflossen, seitdem Johann Gottfried Tulla gestorben ist, ein Wasserbauingenieur von bahnbrechender Wirkmkeit, einer der Begründer der Karlsruher Technischen ochschule. An seinem Todestage sei seines Lebenswerkes dacht[1]).

Tulla wurde am 20. März 1770 in Nöttingen bei Pforzim geboren; er entstammte einer Familie, in der seit ıger Zeit alle Erstgeborenen angelische Pfarrer waren. ›r älteste, bekannte Ahnırr, Cornelius Tulla, ›s Hasselt in den Niederlanın gebürtig, stand u. a. auch schwedischen Kriegsdiensn. Johann Gottfried Tulla slte ebenfalls Theologe werdı, seine Neigung zog ihn joch zum Studium der Geotrie. Vom Markgrafen Karl Fiedrich wurde er 1792 auf Eupfehlung des Ingenieurujors Bordet zu Langsrf, der später als Mathetiker in Heidelberg tätig wr, zur Ausbildung in Malmatik und Mechanik ge›dt. Im Sommer 1794 unterım er eine wissenschaftliche Bldungsreise längs des Rheiıe nach Holland und Hamıg, wo er mit Woltman kannt wurde. Darauf stulite Tulla den Winter über nFreiberg an der Bergakaleie Bergbau und Maschiıwesen, reiste mit Langslo nach Norwegen, studierte oı einen Winter in Freiberg n kehrte 1796 nach Karlsu zurück.

Eine Sendung zu dem ischen Rheinbauinspektor Wiebeking im Sommer 1797, zur Teilnahme an sermessungen im Rheinstrom, verschaffte Tulla die Beıntschaft dieses ausgezeichneten Wasser- und Brückenıeisters. Nach sehr gut bestandener Geometerprüfung le er 1797 als Rechnungsadjunkt für die markgräflichn-badenschen Landesteile angestellt. Die obere Leitung Wasser- und Straßenbauten hatten damals, nach dem ilde Frankreichs, Genieoffiziere. In dieser Stellung er reichlich Gelegenheit, die größtenteils höchst unbegenden Zustände an den Wasserläufen, vor allem am ı, kennen zu lernen.

Der Rhein war damals von Basel bis Mainz ein unbän Wildstrom, der sein Bett dauernd verlegte und in zahl, weit ausbiegenden Armen zwischen Kiesbänken und ı dahinfloß. Überschwemmungen, Verwüstungen von Feldern und Dörfern, Versumpfungen mit Fieber im Gefolge, Zerstörungen von Wegen, waren die Regel, so daß die Verlegung von ganzen Ortschaften in Erwägung gezogen werden mußte.

Tulla beschäftigte sich mit Wassergeschwindigkeit-Messungen, mit der Frage der Geschwindigkeitszunahme des begradigten Rheines, mit Faschinenbau, der Wirkung von Flußsperren, der Theorie der Hydrotechnik, dem Transportwesen und dergl. Dabei erfand er ein Transportschiff, das mittels einer Dampfmaschine durch mehrere Räder in Bewegung gesetzt werden sollte und zum Schleppen andrer Schiffe, hauptsächlich auf dem Rhein, bestimmt war. Im Oktober 1799 übergab Tulla der badischen Regierung einen Bericht hierüber mit der Bitte, um ein Gutachten der englischen Admiralität. Eine Antwort ist nicht zurückgekommen. Professor Langsdorf bezeichnete die Einrichtung zum Betreiben der Schiffe mittels Dampfmaschine als vollkommen zweckmäßig. Erst 1804 machte Fulton in Paris seine ersten Versuche mit seinem Dampfschiff!

Johann Gottfried Tulla
geb. 20. März 1770, gest. 27. März 1828.

Im Auftrage des Kurfürsten von Baden unternahm Tulla 1801 bis 1803 eine Studienreise nach Frankreich. Tiefen Eindruck machte auf ihn die Ecole Polytechnique und ihr Studienbetrieb. Unter der Leitung Carnots war sie eine wirkliche Technische Hochschule, die auf eine allgemeine wissenschaftliche Vorbildung für alle Zweige des öffentlichen Dienstes hinstrebte, die eine gründliche Kenntnis der mathematischen, physikalischen und chemischen Wissenschaften erfordern, während die eigentliche fachliche Ausbildung dann auf Sonderschulen erfolgte. Hervorgegangen aus den militärischen Bedürfnissen der jungen Republik und eingerichtet nach dem Vorbilde der Ingenieur- und Artillerieschulen, hat die Ecole Polytechnique richtunggebend auf den technischen Unterricht, nicht nur Badens, gewirkt.

Tulla übertrug diese Gedanken in sein Heimatland, als er vor die Aufgabe gestellt war, Mitarbeiter für das große Werk der Verbesserung des Oberrheinbettes zwischen Basel und Mannheim heranzubilden. In diesem Bestreben wurde er der Gründer der Ingenieurschule in Karlsruhe, die 1807 ins Leben trat. Wasser- und Straßenbau auf Grund einer guten mathematischen und physikalischen Vorbildung waren zu Anfang ihre Hauptaufgaben. Der Aufbau wurde absichtlich unabhängig von den Universitäten Heidelberg und Freiburg durchgeführt. Dagegen war bald eine Ver-

[1]) L. van Weech, Badische Biographien 2, Heidelberg 1875, S. 360; rog auf J. G. Tulla, Karlsruhe 1830, Festschrift anläßlich des hunrigen Bestehens der Technischen Hochschule „Fridericiana" zu ruhe, Berlin 1925.

einigung mit der von dem Architekten Weinbrenner gegründeten Bauschule ins Auge gefaßt. Diese fand jedoch erst 1825 statt und damit wurde der Grundstein zur ersten Technischen Hochschule im Bereich des heutigen Deutschlands gelegt. Vorausgegangen war die Gründung ähnlicher Anstalten in Prag und Wien.

1803 wurde Tulla Oberingenieur, mit dem Titel Hauptmann, im Ingenieurdepartement des vergrößerten Kurfürstentums Baden und erhielt die Leitung über den Fluß- und Rheinbau. Durch Begradigungen und Eindeichungen an den Schwarzwaldflüssen erzielte er sehr beträchtliche Verbesserungen der Landeskultur.

Im Jahre 1807 nahm er einen Ruf nach der Schweiz an, um den Wallenstädter See abzusenken und die Versumpfungen des unteren Linthtals zu beseitigen. Er leitete die Arbeiten nach seinen Entwürfen selbst ein und hatte vollen Erfolg. Auch bei anderen wasserbaulichen Unternehmungen in der Schweiz und in Württemberg wurde er zu Rate gezogen. Obwohl im eigenen Vaterlande damals die Arbeiten größeren Umfangs ruhten, arbeitete Tulla Pläne für die Geradlegung des Rheins von Hüningen bis Mannheim aus und reichte sie dem für diese Angelegenheiten des Grenzstromes in Straßburg errichteten französischen Magistrat du Rhin ein. 1813 trat Major Tulla an die Spitze der Wasser- und Straßendirektion im ganzen Großherzogtum. Als Mitglied der badisch-französischen Grenzberichtigungskommission wußte er die französischen Mitglieder von der Notwendigkeit und Nützlichkeit zu überzeugen, den Rhein nach gemeinschaftlichen Grundsätzen zu behandeln.

Mit seinem Lebenswerk, der Verbesserung des Rheinbettes, konnte er endlich 1817 beginnen, als sich Baden und Bayern in einem Staatsvertrag über die Geradelegung des Rheines in der Gegend von Neuenburg durch sechs Durchstiche nach Tullas Plan einigten. Seine Arbeiten hatten den schönsten Erfolg für die Landeskultur. 1823 wurde er Oberst. Ein zweiter Staatsvertrag von 1826 sicherte die gemeinsame Fortsetzung der Geradlegung des Rheines längs der badisch-bayerischen Grenze. Diese Arbeiten wurden von Tulla bald begonnen, das Ende hat er nicht mehr erlebt. Auf der badisch-elsässischen Grenzstrecke kamen die Arbeiten infolge der Eifersucht der leitenden französischen Flußbau-Ingenieuroffiziere zunächst nicht in Gang. Tulla verzichtete deshalb freiwillig auf die Ehre des Entwurfs zugunsten der französischen Ingenieure, „um die große Wohlfahrt der Rheinkorrektion den Rheinuferbewohnern zu sichern". Erst 1818 erkannte die französische Regierung die Zweckmäßigkeit des Tullaschen Entwurfes an, und 1821 wurden Probedurchstiche bei Plittersdorf und Kehl vereinbart. Der Vertrag mit Frankreich 1840 brachte dann einen raschen Fortschritt.

Der Mangel an Geldmitteln, abfällige Urteile ausländischer Ingenieure, der zuweilen sogar gewaltsame Widerstand der Bewohner des Rheintales selbst, die durch die Verlegung des Stromlaufs und die Eingriffe in Grundbesitz, Fischerei- und Schiffergewerbe vielfach berührt wurden, der Einspruch Preußens, das eine Vergrößerung der Hochwassergefahr und Versandung am Niederrhein befürchtete, hemmten Tullas Werk oft. Seine durch den langen Kampf erschütterte Gesundheit erlag. Er begab sich im Oktober 1827 nach Paris, wo er an den Folgen einer Operation starb.

Tullas Grundgedanke bei dem Rheinausbau war, der Wassermenge ein einheitliches ungeteiltes Bett und einen möglichst kurzen Weg zum Abfluß zu schaffen. Er „begradigte" deshalb den Rhein in stärkstem Maße durch Durchstiche. Der Erfolg dieser Eingriffe war in der Tat ganz überraschend groß. Das vermehrte Gefälle vertiefte das Bett gewaltig. Die Überflutungen wurden gemildert, das Grundeigentum war gesichert, die Landeskultur konnte sich heben, die Sumpffieber der Rheinebene schwanden.

Freilich wurden diese großen Vorteile nicht ohne gewisse Nachteile errungen. Die gewaltigen in Bewegung gesetzten Geschiebemassen verwilderten das Strombett weiter unterhalb und erzwangen neue Maßregeln, die heute noch nicht abgeschlossen sind. Die starke Absenkung des Rheinwassers hatte auch Schädigungen der anliegenden Ländereien bei durchlässigem Boden zur Folge. Vor allem wurde die Schiffahrt durch die wandernden Kiesbänke und die übergroße Strömung stark beeinträchtigt. Wir wissen heute wohl, daß dem Rheinstrom Gewalt angetan worden ist durch die allzu große Streckung. Man hätte ihn mit geringeren Mitteln in vollkommenerem Maße regeln können. Aber diese vertiefte Kenntnis vom Wesen eines lebenden Stromes war vor 100 Jahren — und auch viel später — noch nicht vorhanden. Der Oberrhein ist ein Forschungsgegenstand allerhöchster Bedeutung geworden. Angesichts der Not der Rheinanwohner bleibt Tullas Werk eine Großtat des Strombaues für die Landeskultur.

Von Tulla ist außer zwei Aufsätzen über die Gradlegung des Rheins vom Jahre 1822 und 1825 nichts im Druck erschienen. Seine Entwürfe trugen stets den Stempel der Großzügigkeit, er strebte nach der vollkommensten Lösung, nach der dauerhaftesten Ausführung, wobei auch ästhetische Rücksichten mitsprachen. Feind aller halben Maßnahmen, verfolgte er seine Pläne unbeugsam. „Der Tadel wird vergehen, das Gute aber bestehen", war sein Wahlspruch. Tulla stand mit vielen ausgezeichneten Männern des In- und Auslandes in freundschaftlicher Verbindung und lehrreichem Briefwechsel über seine Kunst. Er lebte in größter Einfachheit und hinterließ kaum so viel, daß er anständig begraben werden konnte. [B 1349]

Das Kupfervorkommen in Katanga

Katanga wird das weitere Gebiet der Kongozuflüsse Lualaba und Luapala genannt. Die Kupfervorkommen in Oberkatanga sind schon seit langem bekannt, sie werden von der Firma Union Minière abgebaut[1]). Nach einem Abkommen ist diese Gesellschaft bis zum Jahre 1990 Nutznießerin aller in einem Gebiet von 15 000 km^2 vorkommenden Kupfererze. Das Erz wird mit einer einzigen Ausnahme nur im Tagebau gewonnen. In diesen Schichten sind die Erzvorkommen vorwiegend oxydischer Natur, und zwar wird in der Hauptsache das Kupferkarbonat, der Malachit ($2\,CuO + H_2O + CO_2$), gefunden. Nächst diesem, jedoch in erheblich geringeren Mengen, kommen Kupfersilikate vor. In tieferen Schichten stößt man auf Einsprengungen sulfidischer Art, so daß man in größeren Tiefen mit einem Übergang zu sulfidischen Erzen rechnen muß.

Die oxydischen, vorwiegend kieseligen Erze haben ungefähr die Zusammensetzung: 28 bis 78 vH SiO_2, 4 bis 16 vH Fe_3O_4, 4 bis 13 vH Al_2O_3, 2 bis 19 vH MgO, 0,3 bis 1,5 vH MnO, Spuren bis 5 vH CaO, Spuren As_2O_3, 0,3 bis 1 vH S, 1 bis 4,5 vH CO_2, 2,5 bis 9 vH H_2O gebunden, 0 bis 9 vH CoO, 0,5 bis 1 vH H_2SO_4, 0,1 vH PbO, 0 vH NiO, 3 bis 25 vH CuO.

Der Gesamtvorrat der Erze wird z. Z. auf rd. 77 Mill. t mit einem mittleren Gehalt von 7 vH Cu geschätzt, so daß sich eine Kupfermenge von rd. 5,3 Mill. t ergibt. Grobstückiges Erz mit über 15 vH Cu wird ohne Aufbereitung im Wassermantelofen geschmolzen. Das Feinerz und das stückige Erz mit 6 bis 14 vH Cu bereitet man, wenn es sich eignet, auf. Erze, die sich nicht zur Aufbereitung eignen und die ärmeren Erze mit weniger als 6 vH Cu verarbeitet man in der Säurelaugerei, kobaltreiche Erze in der Kobaltschmelzerei. Die Abbauwürdigkeit dieser liegt bei 3 vH.

Die Aufbereitanlage gliedert sich in eine Zerkleinerungsanlage, die 4000 t in 8 h mahlen kann, ferner eine Naßaufbereitung, umfassend drei Abteilungen, von denen jede 1400 bis 1700 t Erz in 24 h aufbereiten kann, und eine Schwimmaufbereitung, die 3000 t Berge der Naßaufbereitung verarbeiten kann. Die Schwimmaufbereitung hat das Erzausbringen erheblich verbessert und es ermöglicht ärmere Erze anzureichern. Schließlich behandelt man noch in einer Erzlaugerei die Erze, die man nicht aufbereiten kann. [N 1304] St.

[1]) „Metall und Erz" Bd. 25 (1928) S. 49.

Berechnung der Kranmotoren für aussetzenden Betrieb

Von Studienrat Dipl.-Ing. R. Richter, Hagen i. W.

An einem neueren Ausführungsbeispiel aus der Praxis wird die Berechnung der Kranmotoren nach der Aussetzleistung besprochen und auf die besonderen Vorteile der Normung hierfür gleichzeitig hingewiesen.

Kranmotoren werden fast nur aussetzend beansprucht. In den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen" R. E. M. des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ist der Begriff der Aussetzleistung eindeutig festgelegt[1]). Einschaltzeiten und stromlose Pausen wechseln hierbei ab; das gesamte Spiel aus Einschaltdauer und stromloser Pause darf höchstens 10 min dauern; dieser Grenzwert wird aber im gewöhnlichen Kranbetrieb lange nicht erreicht; denn 10 min Spieldauer würden z. B. bei einem Verladedrehkran nur sechs Spiele in der Stunde bedeuten. Das Verhältnis der Einschaltdauer Σt zur gesamten Spieldauer T wird als relative Einschaltdauer ε bezeichnet. Als Normalwerte der relativen Einschaltdauer gelten nach obigen Vorschriften: 15, 25 und 40 vH. Die festgelegte Nennleistung (Aussetzleistung) muß bei der angegebenen relativen Einschaltdauer beliebig lange abgegeben werden können. Dabei setzen die R. E. M. zunächst voraus, daß es sich um eine Gleich- und Volleistung handelt, d. h., daß bei jedem Spiel in gleicher Weise der Motor während der Einschaltdauer eine bestimmte Last hebt. Bei einem Probelauf während einer Spieldauer von 10 min, bei Gleichlast mit der angegebenen Nennleistung und relativen Einschaltdauer, dürfen die zulässigen Grenzwerte der Temperatur und Erwärmung nicht überschritten werden.

Für die Wahl der richtigen Motorgröße ist insbesondere die Veränderlichkeit in der Belastung des Triebwerkes (z. B. Heben des vollen, Senken des leeren Greifers, Größe des Anlaufmomentes, Verschlechterung des Triebwerk-Wirkungsgrades bei geringerer Belastung) von Bedeutung. So macht sich z. B. die halbe Last nicht mit 50 vH, sondern etwa mit 60 vH der Höchstlast bemerkbar. Auf die Tatsache der Veränderlichkeit in der Belastung (Wechsellast) und auf die Anlaufverhältnisse verweisen die Regeln zwar in einer Anmerkung, sie machen aber keine genaueren Angaben für die zahlenmäßige Erfassung aller dieser Verhältnisse.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 25, AEG-Mitteilungen 18. Juni 1927 S. 45.

Zu einer besonders einfachen Berücksichtigung aller für die Erwärmung des Kranmotors und damit für seine sparsame Bemessung maßgebenden Umstände, also relativer Einschaltdauer, Wechsellast und Anlauf, kommt man durch die Überlegung, daß alle diese Verhältnisse sich zahlenmäßig an der Betriebsstromstärke des Motors beim Anlauf, Heben und elektrischen Bremsen bemerkbar machen müssen. Für die Leitung des Motors im Beharrungszustande gilt bekanntlich: $N = \frac{1}{1000} E\,J$ (kW). Im Beharrungszustande besteht der Gesamtwiderstand des Gleichstrommotors nur aus den inneren Widerständen, nämlich Feld- und Ankerwiderstand, unabhängig von der Größe der jeweiligen Last. Der Lastenwechsel, also die Veränderlichkeit des Drehmomentes, drückt sich lediglich durch die Stromaufnahme J aus, beim elektrischen Senken durch den entsprechenden Bremsstrom.

Während der Anlaufzeit ist die Stromstärke größer, z. B. 1,5 bis 2 J, entsprechend einem Anlaufdrehmoment $M_d = 1{,}7$ bis 2,4 $M_{d\,(\text{normal})}$, damit der Motor ein genügend großes Beschleunigungsmoment zur Verfügung hat. Beim Anlauf und ebenso beim Bremsen ist der Anlaßwiderstand ganz oder teilweise dem Anker vorgeschaltet, für die Erwärmung des Hauptstrommotors selbst kommt es aber lediglich auf die Ankerstromstärke J an. Deshalb genügt es, für die Bestimmung der richtigen Motorgröße ein Strom-Zeit-Schaubild für ein regelmäßiges oder durchschnittliches Kranspiel aufzustellen. Die wechselnde Beanspruchung des Motors beim Heben während eines Spieles, die relative Einschaltdauer, der Lastenwechsel zwischen Null- und Höchstlast, Anlauf- und Bremsstrom werden dabei voll berücksichtigt. Die gesamte Energieaufnahme des Motors, die für seine Erwärmung, insbesondere diejenige des Ankers, maßgebend ist, während der ganzen Spieldauer T läßt sich schreiben:

$$J^2 \Sigma t\, R = J^2_m\, T\, R; \quad J_m = \sqrt{\frac{J^2\, \Sigma t}{T}}\,.$$

Abb. 1 und 2
Portaldrehkran für 4 t Tragkraft bei 16 m Ausladung, gebaut vom Losenhausenwerk, Düsseldorf.

Abb. 3 bis 5
Hub- und Drehwerk zum Vollportal-Drehkran nach Abb. 1 und 2.

a Gegengewicht
b selbsttätige Endausschaltung für höchste Hakenstellung
c Hubmotor 47,6 PS (35 kW) /530 Uml./min
d Drehmotor 11,15 PS (8,2 kW) /565 Uml./min
e Führerstand
f Hubtrommel
g Entleertrommel
h Entleerbremse, Bremsscheibe in einem Stück mit benachbartem Zahnrad und lose auf der Welle, innenliegende Reibkupplung mit Welle verkeilt
i nachgiebige Kupplung nebst Elektromagnetbremse mit Handlüftung
k ausrückbares Zahnrad
l angeschraubter Zahnkranz
m Antriebritzel für Schwenkwerk
n doppelte Schwenklaufräder

J_m stellt den quadratischen Mittelwert des Stromes dar, mit dem der Motor durchschnittlich während der ganzen Spieldauer belastet ist; er ist für die Erwärmung und damit für die Wahl der Motorgröße von entscheidendem Einfluß. Kennt man für die üblichen Motorbauarten die betreffenden Konstanten, so läßt sich die erforderliche Motorgröße rechnerisch genau, unter Ausschaltung alles rein Gefühlmäßigen, bestimmen. Derartige Tafeln sind von den Siemens-Schuckertwerken für Gleichstrom und Drehstrom bis 500 V ausgearbeitet.

Hauptzahlen des für die Berechnung zugrunde gelegten Kranes

An einem Zahlenbeispiel aus der Praxis soll das Verfahren der Berechnung von Kranmotoren für aussetzenden Betrieb mit Hilfe des quadratischen Mittelwertes der Stromstärke gezeigt werden. Als Beispiel wähle ich die neuere Ausführung eines Vollportalkranes vom Losenhausenwerk, Düsseldorf, für die dortige städtische Hafenverwaltung, Abb. 1 und 2. Die elektrische Ausrüstung stammt von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin. Die Tragkraft, für Einzellast oder gefüllten Greifer, beträgt 4 t bei 16 m Ausladung und 16 m Rollenhöhe über Fahrschienenoberkante des Portals. Das Portal mit rd. 9 m Schienenmittenabstand überspannt zwei normale Eisenbahngleise. Gegen unbeabsichtigtes Verfahren infolge von Wind ist der Kran durch Schienenzangen gesichert.

Die Last von 4 t mit etwa 40 m/min Geschwindigkeit hebt ein Hauptstrommotor von 47,6 PS bei 530 Uml./min, der das Greiferwindwerk mit doppeltem Stirnradvorgelege antreibt, Abb. 3 bis 5. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades läuft das Motorvorgelege in einem Gehäuse im Ölbad. Die elastische Kupplung auf der Motorwelle ist zur Hälfte als Bremsscheibe für die elektromagnetische An- und Festhaltebremse ausgebildet. Zum Senken dient die gleiche mechanische Bremse, außerdem ist elektrische Senkbremsschaltung vorgesehen. Bei der höchsten Laststellung tritt selbsttätige elektrische Endausschaltung ein. Die Ausschaltbewegung wird in betriebsicherer Weise nicht von der Last, sondern zwangläufig vom Windwerk bewirkt.

Das Schließen (Füllen) und nachfolgende Heben des Greifers geschieht bei eingerücktem Zwischenrade *k*.

Geöffnet und entleert wird in der oberen Endstellung bei angezogener Entleerbremse *h*, die mit dem benachbarten Ritzel starr verbunden und lose auf der Zwischenwelle angeordnet ist, unter Einwirkung der Nutzfüllung des Greifers bei Rückwärtsdrehung der Hubtrommel.

Mit Beendigung des Öffnungshubes der Schaufeln wird der leere Greifer unter gleichzeitigem Laufen von Hub- und Entleertrommel gesenkt und dringt in das Fördergut ein, wobei eine innerhalb der Bremsscheibe *h* liegende und mit der Zwischenwelle verbundene Reibkupplung dazwischengeschaltet wird.

Für Stückgutverladung kann das Zwischenrad *k* und damit die Entleertrommel ganz abgeschaltet werden.

Für das Motorvorgelege des Hubwerkes ergibt sich bei $t_1 = 8\pi$ Teilung als Übersetzung $\frac{1}{5,88}$, für das Trommelvorgelege bei $t_2 = 12\pi$ Teilung $\frac{1}{4,22}$. Die Gesamtübersetzung beträgt demnach

$$\frac{1}{5,88} \cdot \frac{1}{4,22} = \frac{1}{24,8} \approx \frac{1}{25}.$$

Die Trieblinge sind aus bestem Stahl, die Gegenräder aus Stahlguß sauber geschnitten.

Als Hubgeschwindigkeit bei 600 mm Trommeldurchmesser ergibt sich demnach für die Höchstlast aus der Übersetzung rechnungsmäßig:

$$v = 0,6\,\pi \cdot 530 \cdot \frac{1}{5,88} \cdot \frac{1}{4,22} = 40,25 \text{ m/min}.$$

Bei einem Gesamtwirkungsgrade $\eta = 0{,}77$ beträgt lann die Motorleistung:

$$N = \frac{Q\,v}{60 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{4000 \cdot 40{,}25}{4500 \cdot 0{,}77} = 46{,}5 \text{ PS} = 34{,}2 \text{ kW}.$$

Gewählt wurde ein geschlossener Siemens-Schuckert-Gleichstrommotor mit Wendepolen für 550 V, mit einer Leistungsabgabe von 35 kW bei 530 Uml./min und einem Wirkungsgrad $\eta = 0{,}88$. Für ein veränderliches Drehmoment innerhalb der Grenzen von etwa 60 bis 120 vH des normalen bleibt der Motorwirkungsgrad fast unverändert, er nimmt erst bei 50 vH Drehmoment um höchstens 2 vH ab. Beim Anlauf mit 200 vH Drehmoment sinkt der Motorwirkungsgrad auf etwa 0,82. Das verfügbare Ankerdrehmoment bei Vollast beträgt 64 kgm, das größte Anzugmoment kann das Dreifache bei etwa 2,4facher Normalstromstärke betragen.

Abb. 3 bis 5 zeigen die Einzelanordnung von Hub- und Drehwerk. Auf das Drehwerk arbeitet ein Motor von 1,15 PS mit $n =$ 565 Uml./min unter Zwischenschaltung einer Rutschkupplung in der üblichen Weise zunächst über ein wagerechtes Schneckengetriebe von $t_1 = 12\,\pi$ Teilung mit der Übersetzung $\varphi_1 = \frac{i}{Z} = \frac{1}{36}$ und ein Planetengetriebe von $t_2 = 25\,\pi$ Teilung mit Innenverzahnung. Die Übersetzung ergibt sich für das Planetengetriebe mit

$$\frac{Z_2}{z_2} - 1 \text{ oder } \frac{122}{12} - 1 = 9{,}17 \text{ zu } \varphi_2 = \frac{1}{9{,}17}.$$

Im Beharrungszustande beträgt demnach die Schwenkgeschwindigkeit des Auslegers:

$$n = \frac{565}{36 \cdot 9{,}17} = 1{,}71 \text{ Uml./min}$$

und bei 16 m Ausladung erhält man als Hakengeschwindigkeit:

$$v = \frac{D\,\pi\,n}{60} = \frac{16 \cdot 2 \cdot \pi\, 1{,}71}{60} = 2{,}86 \text{ m/s}.$$

Die Schwungmomente betragen für den Hubmotor $D^2 = 12 \text{ kgm}^2$, für den Drehmotor $G\,D^2 = 2 \text{ kgm}^2$.

Während der Hubmotor in weniger als 1 s anspringt, können wir beim Drehtriebwerk mit einer Anlaufzeit von etwa 6 s rechnen. Am einfachsten wird für das Drehtriebwerk die Anlaufzeit nach der Gleichung $\Sigma\, I \cdot \omega = M_d\, t_a$ berechnet. Hierbei bedeutet $\omega = \frac{\pi\, n}{30}$ die Winkelgeschwindigkeit des Beharrungszustandes, I das zugehörige Trägheitsmoment für die Motorwelle, M_d das überschüssige Anfahrdrehmoment, t_a die Anfahrzeit in Sekunden.

Abb. 6 zeigt das Strom-Zeit-Schaubild.

Wirkungsgrad, Stromaufnahme und Arbeitsgeschwindigkeiten für Heben und Drehen sind als Durchschnittswerte aus einer Anzahl von Versuchen für die vorgeschriebene Höchstlast von 4 t und außerdem für die halbe Last von etwa 2 t (leerer Greifer) bestimmt worden. Am Versuchstage lag die gemessene Klemmenspannung zwischen 490 und 500 V, während die elektrische Einrichtung für 550 V gewählt ist. Als Hubhöhe sind 10 m den Messungen zugrunde gelegt.

Abb. 6
Strom-Zeit-Schaubild.

Durchführung der Rechnung

1. Heben der Höchstlast von 4000 kg

Zur Bestimmung der Hubgeschwindigkeit wurde bei 10 m Hubhöhe die Hubzeit zu $t = 16$ s gemessen. Hieraus ergibt sich bei 496 V durchschnittlicher Klemmenspannung die Hubgeschwindigkeit:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10}{16} = 0{,}625 \text{ m/s} = 37{,}5 \text{ m/min}.$$

Demnach ergibt sich für 550 V Klemmenspannung v zu 42 m/min bei 14,5 s $\approx$ 15 s Hubzeit.

Die Aufnahme an elektrischer Arbeit betrug am Versuchstage bei durchschnittlich 496 V Klemmenspannung und 71,2 A Stromaufnahme für 16 s Hubzeit auf 10 m Höhe:

$$A = \frac{496 \cdot 71{,}2 \cdot 16}{3600} = 157 \text{ Wh},$$

entsprechend einer Nutzarbeit am Lasthaken:

$$A_n = 4000 \cdot 10 = 40\,000 \text{ kgm} = \frac{40\,000 \text{ kgm}}{367} = 109 \text{ Wh}.$$

Aus dem Verhältnis der nutzbaren Hakenarbeit zur aufgenommenen elektrischen Arbeit ergibt sich der Gesamtwirkungsgrad der elektrischen Arbeitsübertragung:

$$\eta = \frac{A_n}{A} = \frac{109}{157} = 0{,}69.$$

Rechnet man den Wirkungsgrad des Motors mit $\eta_m = 0{,}88$ ab, so ergibt sich als Triebwerkwirkungsgrad bei Vollast:

$$\eta_{tr} = \frac{0{,}69}{0{,}88} = 0{,}79.$$

Der gemessene Wirkungsgrad gilt für zweifaches Stirnradvorgelege, das Motorvorgelege im Ölbad, Auslegerrolle und Hubtrommeln in Gleitlagern.

2. Heben der halben Last

Das Heben der halben Last $Q_0 = 2100$ kg auf die Hubhöhe $h = 10$ m ergab $t = 14$ s Hubzeit im Durchschnitt und damit eine Hubgeschwindigkeit:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10}{14} = 0{,}715 \text{ m/s} = 42{,}8 \text{ m/min}$$

bei 492,5 V Betriebspannung.

Für 550 V Klemmenspannung ergäben sich demnach 47,8 m/min Hubgeschwindigkeit. Bei halber Last erhöht sich also die Hubgeschwindigkeit und damit die Motordrehzahl auf das 1,14fache, unter entsprechender Verminderung des Motordrehmomentes.

Die aufgenommene elektrische Arbeit für 2100 kg Last ergab für 10 m Hubhöhe eine Hubzeit $t = 14$ s bei 492,5 V durchschnittlicher Klemmenspannung und eine mittlere Stromstärke von 47,5 A, also:

$$A = \frac{492{,}5 \cdot 47{,}5 \cdot 14}{3600} = 91{,}0 \text{ Wh},$$

für die nutzbare Hakenleistung:

$$A_n = 2100 \cdot 10 = 21\,000 \text{ kgm} = 57{,}2 \text{ Wh}.$$

Als Gesamtwirkungsgrad für Motor und Triebwerk zusammen gilt demnach:

$$\eta = \frac{A_n}{A} = \frac{57{,}2}{91{,}2} = 0{,}63.$$

Der Wirkungsgrad des Motors soll bei halber Last noch etwa ebenso groß wie bei Vollast, mit $\eta_m = 0{,}88$ angenommen werden, so daß sich als Triebwerkwirkungsgrad für halbe Last ergibt:

$$\eta_{tr} = \frac{0{,}63}{0{,}88} = 0{,}71$$

gegenüber einem Triebwerkwirkungsgrad von 79 vH bei Vollast. Die halbe Last mit ihrem eigenen Wirkungsgrad entspricht demnach einer 0,55fachen Last mit dem Vollastwirkungsgrade.

3. Schwenken mit Vollast

Der gewählte geschlossene 11,15 PS-Hauptstrommotor vermag bei 565 Uml./min der Last in 16 m Ausladung eine rechnungsmäßige Schwenkgeschwindigkeit $v = 2{,}86$ m/s zu erteilen. Der Versuch beanspruchte für zwei volle Kranumdrehungen eine Zeitdauer von 68 s. Durch die volle Kreisschwenkung ist eine etwaige ungünstige Wirkung des Windes (Gegenwind) auf den Arbeitsbedarf des Triebwerks in der Hauptsache ausgeglichen. Zwei volle Kreisschwenkungen bei 500 V ergaben die wagerechte Lastgeschwindigkeit:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2 \cdot 16 \cdot \pi 2}{68} = 2{,}96 \text{ m/s}.$$

Für 550 V ergäbe sich dann v zu 3,25 m/s.

Der Wirkungsgrad des Schwenkmotors ergibt sich für die normale Belastung mit 11,15 PS = 8,2 kW für 550 V und 17,8 A, also 9,8 kW Energieverbrauch, zu $\eta = \frac{8{,}2}{9{,}8} = 0{,}83$.

Für zwei volle Kranumdrehungen mit der Höchstlast bei durchschnittlich 500 V und 13 A ergab der Versuch für 63 s Meßdauer als Verbrauch an elektrischer Arbeit:

$$A = \frac{500 \cdot 13 \cdot 68}{3600} = 123 \text{ Wh}$$

oder als sekundliche Aufnahme an elektrischer Leistung:

$$500 \cdot 13 = 6500\ W = 6{,}5 \text{ kW} = 8{,}8 \text{ PS}.$$

Mit dem Motorwirkungsgrad $\eta_m = 0{,}83$ und einem Triebwerkwirkungsgrad für Schnecken- und Planetengetriebe von $\eta_{tr} = 0{,}65$, also einem Gesamtwirkungsgrad $\eta = 0{,}54$ für die Energieübertragung, ergibt sich als nutzbare Schwenkleistung im Schwenkkreise:

$$6{,}5 \text{ kW} \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}65 = 3{,}5 \text{ kW} = 4{,}76 \text{ PS}.$$

Die gemessene Hakengeschwindigkeit von 2,96 m/s bei 500 V ergibt im Laufrollenkreise von 1,9 m Halbmesser eine Rollengeschwindigkeit

$$v = 2{,}96 \cdot \frac{1{,}9}{16} = 0{,}35 \text{ m/s}.$$

Für den Rollkreiswiderstand (unter Einschluß der Reibung am Königszapfen) erhält man:

$$\frac{W v}{75} = 4{,}76 \text{ PS}, \quad \text{also} \quad W = \frac{4{,}76 \cdot 75}{0{,}35} = 1020 \text{ kg}.$$

Bei 28 t Gewicht des drehbaren Oberteiles ergibt sich eine Widerstandzahl einschließlich Königszapfenreibung von 3,65 vH.

Gegenüber der normalen rechnungsmäßigen Energieaufnahme des Drehmotors von 550 V · 17,8 A = 9,8 kW = 13,3 PS = $\frac{11{,}15 \text{ PS}}{0{,}83}$ bei 565 Uml./min bedeutet die wirklich gemessene Energieaufnahme von 500 V · 13 A = 6,5 kW = 8,8 PS eine Ausnutzung der normalen Leistungsfähigkeit des Drehmotors von nur 66 vH. Ebenso beträgt der aufgenommene Strom bei 550 V nur das 0,66fache des normalen. Das Drehmoment beträgt gleichzeitig das 0,56fache des normalen.

Nach der Hauptstromkennlinie ergibt sich eine Drehzahlsteigerung auf etwa 115 vH in Übereinstimmung mit der gemessenen Steigerung der Drehgeschwindigkeit auf

$$1{,}15 \cdot 2{,}86 = 3{,}25 \text{ m/s}.$$

4. Schwenken mit halber Last

Für das Schwenken mit halber Last ergibt sich praktisch etwa die gleiche Stromstärke und Energieaufnahme, da eine Verminderung des Gewichtes des drehbaren Oberteiles um 2 t bei etwa 28 t Gesamtgewicht den Schwenkwiderstand nicht nennenswert vermindert.

Das Hubwerk

Für eine Verladeleistung von 50 t/h soll der Hubmotor entsprechend dem folgenden einfachen Arbeitschema auf Erwärmung nachgerechnet werden, Zahlentafel 1. Unter den hier gemachten Annahmen ist eine Verladeleistung von 50 t/h sehr bequem zu erreichen. Bei einer Spieldauer von 113 s sind in der Stunde $\frac{3600}{113} \approx 32$ Spiele erforderlich; mit einer Greiferfüllung von 1,6 t werden in der Stunde 1,6 t · 32 = 50 t verladen. Bei einer Arbeitzeit des Motors für Greifen und Heben $\Sigma t = 23$ s ergibt sich die relative Einschaltdauer

Zahlentafel 1
Arbeitsplan für 50 t/h Verladeleistung.

	Zeiten insgesamt s	Zeiten Hubmotor allein s	Stromstärke des Hubmotors A
Einstellen	15	—	—
Greifen	8	8	40 bis 71
Heben	15	15	71
Andrehen	6	—	—
Drehen rd. 180°	20	—	—
Einstellen und Entleeren . .	14	—	—
Andrehen	6	—	—
Zurückdrehen rd. 180°	20	—	—
Senken	9	0	0
Gesamtzeit	$T = 113$	$\Sigma t = 23$	

$$\varepsilon = \frac{\Sigma t}{T} = \frac{23}{113} = 0{,}204.$$

Für die Erwärmung des Motors kommt der quadratische Mittelwert J_m der Stromstärke in Betracht.

$$J_m = \sqrt{\frac{\Sigma J^2 t}{\Sigma t}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{\Sigma t}\left[\left(J_h^2 + J_h J_0 + J_0^2\right) \frac{1}{3} t_g + J_h^2 t_h + J_s^2 t_s\right]};$$

J_0 = Anfangstromstärke beim Greifen,
J_h = Hubstromstärke,
t_g = Greifzeit,
t_h = Hubzeit,
J_s = Bremsstromstärke,
t_s = Bremszeit.

Der erste Summand unter der Wurzel stellt den quadratischen Mittelwert des Stromes während des Greifens dar, wie eine Rechnung nach Abb. 7 zeigt:

$$J = J_0 + t \operatorname{tg} \alpha$$

$$= J_0 + t \frac{J_h - J_0}{t_g};$$

$$\mathrm{d} J = \mathrm{d} t \frac{J_h - J_0}{t_g}; \quad \mathrm{d} t = \mathrm{d} J \frac{t_g}{J_h - J_0}.$$

$$\int_0^{t_g} J^2 \,\mathrm{d} t = \int J^2 \,\mathrm{d} J \frac{t_g}{J_h - J_0}$$

$$= \frac{t_g}{J_h - J_0} \int J^2 \,\mathrm{d} J$$

$$= \frac{t_g}{J_h - J_0} \left.\frac{J^3}{3}\right|_{J_0}^{J_h}$$

$$= \frac{t_g}{J_h - J_0} \frac{1}{3} (J_h^3 - J_0^3)$$

$$\int_0^{t_g} J^2 \,\mathrm{d} t = \frac{1}{3} t_g (J_h^2 + J_h J_0 + J_0^2).$$

RZ 722 Z 7

Abb. 7 Hilfsdiagramm zur Berechnung des quadratischen Mittelwertes der Greifstromstärke.

Damit ergibt sich für J_m:

$$J_m = \sqrt{\frac{1}{23}\left[(71^2 + 71 \cdot 40 + 40^2) \cdot \frac{1}{3} \cdot 8 + 71^2 \cdot 15\right]}$$

$$J_m = 66\ A.$$

Die von den SSW benutzte Formel zur Nachprüfung der Erwärmung des Motors für den Betrieb während einer Stunde:

$$A = \left(J_m^2 + B\right) \varepsilon + C\, m f \frac{W}{\Omega}$$

besteht aus drei Summanden[2]).

[2]) Vergl. H. Osborne, ETZ Bd. 43 (1922) S. 681.

Der erste Summand

$$J_m^2 \varepsilon = J_m^2 \frac{\Sigma t}{T}$$

entspricht, wenn man sich inneren Widerstand hinzudenkt, bei einer Spieldauer von T Sekunden der Jouleschen Wärme, bezogen auf die Zeiteinheit, d. h. der sekundlichen Verlustwärme der Wicklungen oder dem Stromverlust.

Der zweite Summand: $B\varepsilon = \frac{\Sigma t}{T}$ entspricht den sekundlichen Zahneisenverlusten, wobei B eine von der Motorgröße und Bauart abhängige Konstante bedeutet.

Der dritte Summand der SSW-Formel will die Veränderung bei m Motorbeschleunigungen je Spiel und f Spielen in der Stunde erfassen mit der Erfahrungskonstante C, also durch $C\,m\,f$.

Für das vorliegende Zahlenbeispiel ergibt sich beim Hubwerk

$$A = \left(J_m^2 + B\right)\varepsilon + C\,m\,f$$

$$= (66^2 + 670)\cdot 0{,}204 + 2{,}9\cdot 1\cdot 32 = 1030 + 93 = 1123\,\frac{\mathrm{W}}{\Omega}.$$

Für achtstündigen Betrieb ist als zulässig angegeben: $A = 1340\,\frac{\mathrm{W}}{\Omega}$.

Es bietet keine Schwierigkeit, unter Berücksichtigung der bewegten Massen und des verfügbaren Anlaufdrehmomentes die Anlaufzeit t_a und damit für die Anlaufstromstärke J_a den Ausdruck $J_a^2\,t_a$ zu berechnen. Dann kann dieser Wert in den quadratischen Mittelwert J_m einbezogen werden; der Ausdruck $C\,m\,f$ fällt fort, und für die Beurteilung des Motors aus der sekundlich erzeugten Verlustwärme genügt der einfachere Ausdruck:

$$A = \left(J_m^2 + B\right)\varepsilon.$$

Für Hubwerke mit größerer Übersetzung und geringer Motordrehzahl ist die Anlaufzeit verschwindend klein.

Die beiden ersten Summanden der Siemens-Schuckert-Formel für den vorliegenden Gleichstrombetrieb

$$A = \left(J_m^2 + B\right)\varepsilon$$

stützen sich nach umfangreichen Versuchen von Osborne auf folgende Voraussetzung:

Für die verschiedenen Strombelastungen und Abstufungen des aussetzenden Betriebes gilt für einen und denselben Motor:

1. Die sicher abführbare Verlustwärme a für Dauer- oder vielstündigen Betrieb wird als konstant angesehen.
2. Die Zahneisenverluste b werden ebenfalls als unveränderlich angesehen.

Bezeichnet J_d den Ankerstrom für vielstündigen Dauerbetrieb und R den Ankerwiderstand, so gilt für die betreffende Dauerbetriebzeit.

$$a = J_d^2 R + b.$$

Aussetzendem Betrieb mit einer relativen Einschaltdauer $\varepsilon = \frac{\Sigma t}{T}$ entspricht

$$a = \left(J_m^2 R + b\right)\varepsilon.$$

J_m bedeutet den quadratischen Mittelwert, für ein Hubwerk beispielsweise den Mittelwert aus Hub- und Senkstromstärke. Weiter gilt:

$$\left(J_m^2 + \frac{b}{R}\right)\varepsilon = \frac{a}{R};\quad \left(J_m^2 + B\right)\varepsilon = A$$

Die Siemens-Schuckert-Konstanten A und B, wie sie jetzt angegeben werden, sind

$$A = \frac{a}{R};\quad B = \frac{b}{R}.$$

Die Konstante A entspricht also nach obiger Entwicklung der gesamten erzeugten und abführbaren Verlustwärme aus der ausstrahlenden Motoroberfläche, die Konstante b entspricht dem als konstant vorausgesetzten Zahneisenverlust allein.

Das Drehtriebwerk

Die Anfahrzeit berechnet sich unter Voraussetzung des einfachen Drehmomentes als freien Beschleunigungsüberschusses mit $M_d = 14$ kgm folgendermaßen:

$$t_a = \frac{\Sigma J\,\omega}{M_d}.$$

Gesamtübersetzung zwischen Motorwelle und Ausleger: $^1/_{331}$, Drehzahl des Auslegers im Beharrungszustande $n = 1{,}71$ Uml./min oder $\frac{1}{60}\;n = 0{,}0286$ Uml./s oder für eine halbe Schwenkung rd. 18 s mit einem Zuschlag für Auslaufverzögerung rd. 20 s.

Für die Berechnung des Trägheitsmomentes gilt: 4 t Last in 16 m Ausladung ergeben ein Trägheitsmoment für die Drehkranachse

$$I = m\,r^2 = 400\cdot 16^2 = 102\,400\ \mathrm{kgm\,s^2}.$$

Unter Berücksichtigung des Trägheitsmomentes nach Schätzung der übrigen bewegten Teile sei gesetzt:

$$I_{ges} = 140\,000\ \mathrm{kgm\,s^2}\ \text{für die Drehachse,}$$

oder bei $^1/_{331}$ Gesamtübersetzung, bezogen auf die Motorwelle:

$$J_{red} = \frac{140\,000}{331^2} = 1{,}28\ \mathrm{kgm\,s^2}.$$

Für Motoranker, Kupplung und Bremsscheibe beträgt $J = 0{,}10$ kgm s². Hieraus ergibt sich ein Gesamtträgheitsmoment für die Motorwelle $J = 1{,}38$ kgm s².

Die Winkelgeschwindigkeit der Motorwelle beträgt

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi\,565}{30} = 59{,}2\ \mathrm{s}^{-1}.$$

Für ein verfügbares Beschleunigungsmoment gleich dem einfachen Motordrehmoment $M_d = 14{,}15$ kgm ergibt sich demnach die Anlaufzeit:

$$t_a = \frac{J\,\omega}{M_d} = \frac{1{,}38\cdot 59{,}2}{14{,}15} = 5{,}78\ \mathrm{s}.$$

Die gesamte Schwenkzeit für Vorwärts- und Rückwärtsschwenkung ergibt sich zu $t = 2\cdot(20 + 6) = 52$ s.

Die Anlaufstromstärke beträgt 26 A.

Für den quadratischen Mittelwert der Stromstärke ergibt sich:

$$J_m = \sqrt{\frac{\Sigma J^2 t}{\Sigma t}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{52}\cdot 2\cdot(13^2\cdot 20 + 26^2\cdot 6)} = \sqrt{286}$$

$$J_m = 16{,}9\ A.$$

Die relative Einschaltdauer beträgt

$$\varepsilon = \frac{\Sigma t}{T} = \frac{52}{113} = 0.46.$$

Damit ergibt sich der sekundlichen Verlustwärme entsprechend

$$A = \left(J_m^2 + B\right)\varepsilon = (16{,}9^2 + 85)\cdot 0{,}46 = 371\cdot 0{,}46 = 170\,\frac{\mathrm{W}}{\Omega}.$$

Zulässig ist nach der Tabelle der Siemens-Schuckert-Werke für achtstündigen Betrieb $A = 170\,\frac{\mathrm{W}}{\Omega}$.

Allgemein sei bezüglich der Anlage noch kurz auf folgendes hingewiesen: Gleichstrom ist in diesem Falle wegen seiner Speicherfähigkeit bevorzugt worden; als weiterer Vorzug des Hauptstrommotors kommt seine Unabhängigkeit gegenüber Spannungsschwankungen im Netz in Betracht. Das Drehmoment ändert sich auch bei beliebigen Spannungsschwankungen nicht, sondern nur die Geschwindigkeit im Verhältnis einer etwaigen Spannungsverminderung. Außerdem ist die Stromaufnahme des Hauptstrommotors verhältnismäßig gering. Abb. 8 zeigt ein Schaltbild der ganzen Anlage.

Vergleicht man die vorstehende Art der Erwärmungsnachprüfung eines gewählten Kranmotors, insbesondere nach der für das Drehwerk gezeigten einfachen Berechnungsformel, mit der früher üblichen Unterteilung der Kranbetriebe in 90-, 60-, 45- und 30-Minuten-Betrieb, so

Abb. 8
Schaltbild des Dreimotoren-Vollportalkranes vom Losenhausenwerk, Düsseldorf.
Elektrische Ausrüstung der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Berlin.
Gleichstrom von 550 V; geschlossene Hauptstrommotoren mit Wendepolen.

a Hubmotor, 47,6 PS (35 kW), 530 Uml./min
b Drehmotor, 11,15 PS (8,2 kW), 565 Uml./min
c Portalfahrmotor, 23,8 PS (17,5 kW), 675 Uml./min
d Zähler
e Sicherung
f Höchststromschalter
g Spannungsauslöser
h Vorschaltwiderstand
i Überstromrelais für *a*, *b* und *c*
a' Hubsteuerwalze
b' Drehwerksteuerwalze
c' Portalfahrsteuerwalze

wird man zugeben müssen, daß das neue Berechnungsverfahren zweifellos seine Vorzüge aufweist, wenn die wenigen erforderlichen Motorkonstanten einwandfrei durch Versuche festgestellt sind. Besonders günstig wirkt in diesem Sinne die jetzige Normung der Kranmotoren[2]), d. h. ihre Beschränkung auf einige wenige Typen bestimmter Leistung und Hauptdrehzahl. Für diese wenigen Modelle von Einheitsmotoren ist eine Bestimmung der Konstanten auf dem Versuchswege naturgemäß viel einfacher möglich als bei den früheren außerordentlich mannigfaltigen Ausführungen. Die betreffenden Erwärmungskonstanten werden in Zukunft den Normblättern der Einheitsmotoren ohne weiteres beigefügt werden können.

Mit den Interessen des Kranbaues durchaus vereinbar, im übrigen aber für Fabrikation und Verwendung besonders vorteilhaft wäre es, wenn aus den jetzt genormten Kranmotoren nach Din VDE 2105 und 2660 etwa nur die Hälfte als Haupt-Lagertypen im Din-Blatt gekennzeichnet und möglichst ausschließlich nur benutzt würden.

Der jetzigen Normung der Motorstärken, Drehzahlen und der Form des Wellenstumpfes wird die des wirklich austauschbaren Einheitskranmotors bald folgen müssen, mit Normung von Achshöhe (Din VDE 2940), seitlicher Lage des Wellenstumpfes und einheitlichen Fundamentschrauben. Erst dann ist der Einheitskranmotor verschiedener Firmen ebenso bequem austauschbar wie etwa ein Kranlaufrad nach Din 693.

Dem auswechselbaren Einheitsmotor wird im Kranbau die Normung der Motorstärken und damit der Arbeitsgeschwindigkeiten für die Hauptkrantypen, z. B. Laufkrane nach Din 698, und auch der Verladeanlagen folgen können. Daneben wird die Normung der Einzelteile für den deutschen Kranbau, die die seit Anfang dieses Jahrhunderts ausgebildeten einzelnen Fabriknormen zu vereinheitlichen bestimmt ist, nach der jetzigen längeren Pause weitere Fortschritte machen können.

[B 722]

[2]) Nach Din VDE 2010 und 2660 sowie 2105, 2701/2.

Elektrische Lokomotive für Indien

Von den drei für die Great India Peninsula Railway in Auftrag gegebenen elektrischen Lokomotiven ist eine bei der englischen Firma Brown-Boveri, Ltd., London, soeben fertiggestellt worden. Sie ist für den Schnellzugdienst auf der Hauptstrecke der Bahn, die bei 1676 mm Spurweite 152,5 m kleinsten Krümmungshalbmesser und 2,7 vH stärkste Steigung aufweist, bestimmt.

Die Lokomotive hat die Achsfolge 2 AAA 2. Die Achsen haben den Antrieb der Bauart Brown-Boveri. Die Räder der beiden zweiachsigen Drehgestelle können gebremst werden. Die sechs Antriebmotoren werden paarweise in Reihe, parallel oder reihenparallel geschaltet. Jeder der sechspoligen Motoren leistet 315 PS bei 615 Uml./min. Die Länge der Lokomotive über die Puffer beläuft sich auf rd. 17 150 mm, der feste Radstand auf rd. 4600 mm und der Radstand der Drehgestelle auf 2740 mm. Das Dienstgewicht beträgt 104,5 t, das Reibungsgewicht 60 t und die Gesamtleistung an den Motorwellen im Dauerbetrieb 1890 PS. („Engineering" 9. März 1928 S. 297*)

[N 1409 b] Krs.

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Förderanlagen

Amerikanische Hubkipper

In den Vereinigten Staaten verwendet man zum Koh-
enumschlag vom Eisenbahnwagen ins Schiff fast ausschließ-
ich Seitenkipper, im Gegensatz zu Deutschland und den
neisten europäischen Ländern, wo die Stirnkipper bevorzugt
verden. Da bei den amerikanischen Bauarten in der Regel
ie Kippbühne eine Schwenkung um fast 360 ° macht, so
ann man sie „Wipper" oder bei vorhergehender Hub-
ewegung des Wagens „Hochwipper" nennen[1]).

Für das Entleeren durch derartige Wipper kommen nur
olche Eisenbahnwagen in Frage, deren Achslager mit Fett-
chmierung versehen sind, da bei ölgeschmierten Lagern
chon bei einer Neigung von etwa 30 ° das Öl herausläuft,
während zur völligen Wagenleerung meist Kippwinkel von
ber 50 ° erforderlich sind. Von den deutschen Eisenbahn-
erwaltungen werden mit Starrschmierung versehene Wagen
icht zugelassen, und aus diesem Grunde sind die amerika-
ischen Wipperbauarten in Deutschland nirgends zu finden.

Außer den meisten atlantischen Häfen, wie Baltimore,
hiladelphia usw., sieht man diese Hochwipper auch an
ahlreichen Hafenplätzen der Großen Seen. Ein besonders
evorzugter Kohlenumschlagort ist Toledo (Ohio), wo im
etzten Jahre neue Wipper für 120 t-Wagen, Abb. 1, was
wa 165 t Tragkraft entspricht, aufgestellt worden sind.

Die gefüllten Wagen gelangen zunächst über die
chwach abfallende Zufahrtstrecke nach dem Fuß der Wa-
enstoßvorrichtung, Abb. 2. An dieser Stelle faßt der aus
ner Versenkung heraufkommende Wagenstößer, der auf
esonderen Schienen läuft, Abb. 3, hinter den Wagen
d schiebt ihn mit bis zu etwa 4 m/s Geschwindig-
eit bis auf die Wipperplattform hinauf. Der kräftig
sgebildete Wagenstößer wird durch ein endloses Seil
n einer Seiltrommelwinde auf dem Kippgerüst in
ewegung gesetzt. Sobald der Wagen auf der Wippbühne
gelangt ist, fährt infolge Nachlassens der Seilspannung
r Wagenstößer wieder zur unteren Aufnahmestelle zu-
ck. Der Wagen wird vom Führer festgebremst und die
rklammerungen, Abb. 4, gegen die Wagenränder ge-
ückt, so daß während der Wippbewegung der Wagen voll-
kommen sicher gehalten wird. Sobald die erforderliche
Hubhöhe des Wagens erreicht ist, legt sich der senkrechte
Schenkel der winkelförmig ausgebildeten Kippbühne gegen
einen Anschlag des Gerüstes, wodurch die sich unmittelbar
anschließende Wippbewegung der Bühne erreicht wird.
Nachdem die Kohlen auf die schwenkbare Rutsche abge-
stürzt sind, wird der entleerte Wagen wieder durch Zurück-
wippen und Senken der Bühne in seine normale Ausgangs-

[1]) Da „wippen" im deutschen Sprachgebrauch nur eine kurze Auf-
rts- und Abwärtsbewegung bezeichnet, ist diese Benennung nicht
ne weiteres allgemein verständlich. Schriftl.

Abb. 1
Hochwipper für 120 t-Eisenbahnwagen in Toledo, Ohio.
Umschlagleistung bis 4800 t/h Kohlen.

Abb. 2. Längs- und Höhenprofil der Gleisanlagen in Toledo Ohio.

Abb. 3
Wagenstößer für 120 t-Eisenbahnwagen.

Abb. 4
Befestigen der Halteklammern beim Beginn des Kippvorganges.

lage zurückgebracht. Dort schiebt ihn der nächste volle Wagen von der Wipperbühne herunter. Mit eigner Kraft läuft nun der leere Wagen zunächst bergab und anschließend die starke Steigung zum Umkehrpunkte hinauf, wo selbsttätig die Bewegungsrichtung umgekehrt wird und der Wagen auf das seitlich am Hochwipper vorbeiführende Abzweiggleis rollt, s. Abb. 2 (Leergleis).

Der Hochwipper kann stündlich bis zu 40 Wagen von je 120 t entleeren, also bis zu 4800 t/h leisten.

An das untere Ende der dreieckigen Rutsche schließt sich ein aus mehreren Stücken zusammengesetztes ausziehbares Rohr an, durch das die Kohlen nach dem Schiffsrumpfe gelangen. Vielfach ist das untere Ende dieses Rohres noch mit einem mechanischen Schleudertrimmer, Abb. 5, ausgestattet, der um die Rohrachse schwenkbar ist. Diese Vorrichtung hat den Zweck, die Kohlen auch unterhalb der Schiffsluken bis in die äußersten Winkel des Schiffes zu verteilen. Die Schleuderwirkung wird mit einem kurzen, aber sehr schnelllaufenden Förderband (über 10 m/s) erzielt, das besonders angetrieben wird. Da es sich fast ausschließlich um feste Steinkohlen oder Anthrazit handelt, spielt die Gefahr des Zerstückelns der Kohlen durch die Schleuderbewegung keine große Rolle. Meist hat ein Bedienungsmann die Richtung und Stärke des Kohlenstrahles durch Steuerorgane zu regeln.

Eine Übersicht über den Gesamtaufbau der Anlage geben Abb. 6 und 7. Man kann daraus auch die verschiedenen Stellungen der einzelnen Teile erkennen. Es ist möglich, das Ausziehrohr *c* vollkommen nach oben zu schwenken, wenn man Schiffen mit Masten oder Schornsteinen das Profil freigeben muß. Ferner ist ersichtlich, daß die Wippbühne *a* durch mehrere Gegengewichte *d*, die auf der hinteren Seite des Gerüstes in Führungen gleiten, im Gleichgewicht gehalten wird. Im obersten Querträger des Wippers ist eine 5 t-Laufkatze *e* eingebaut, die bei Ausbesserarbeiten helfend eingreifen kann.

Die Winde für die Aufzug- und Wippvorrichtung besteht außer den mechanischen Zwischengliedern aus zwei Seiltrommeln f_1 und f_2, von denen die Seile über die oberen Umlenkrollen am Wippergerüst zur Wipperbühne oder zu den Gegengewichten laufen. Auch elektrische Endausschalter werden von der Antriebwinde betätigt. Die Wagenstoßvorrichtung wird ebenfalls von einer Seiltrommelwinde angetrieben, die im Maschinenhaus *g* untergebracht ist. Nur die Hubwinde und das Schwenkwerk für die Rutsche sind im oberen Teile des Gerüstes untergebracht.

Abb. 5
Ausziehrohr mit Schleudertrimmer zum Verteilen der Kohlen im Schiffsrumpf (Patent Lane-Galloway).

Abb. 6 und **7**
Hubkipper (Hochwipper) mit Schleudertrimmer, Bauart Mc Myler

a Wippbühne *b* Rutsche *c* Ausziehrohr *d* Gegengewichte *e* 5 t-Laufkatze für Ausbesserarbeiten f_1, f_2 Winde für Aufzug und Kippvorrichtung *g* Maschinenhaus *h* Hauptführerstand *i* zweiter Führerstand *k* dritter Führerstand

Um die Elektromotoren besser regeln zu können, verwendet man meist Gleichstrom von 250 V, der in einem Umformersatz mit Ward-Leonard-Schaltung erzeugt wird. Für den Aufzug der Wippbühne dienen zwei Motoren von je 450 PS, für die Wagenstoßvorrichtung zwei Motoren von je 450 PS, für die Vorrichtung zum Schwenken und Heben der Rutschen ein 295 PS-Motor und ein 105 PS-Motor, ferner dienen zwei Motoren von je 45 PS für die Bewegung des Ausziehrohres. Hierzu kommen noch einige kleinere Hilfsmotoren für den Antrieb des Schleudertrimmers, des Laufkranes usw.

Die hohen Förderleistungen stellen große Anforderungen an die Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Bedienungsleute. Der Hauptführer ist im oberen Teile *h* des Wippgerüstes, Abb. 6 und 7, untergebracht und regelt die Hub- und Schwenkbewegung der Wippbühne, außerdem die Fahrbewegung des Wagenstößers. Der zweite Führer befindet sich in einem kleinen Schutzhause *i* am unteren Ende der Rutsche *b*, Abb. 6, er bedient ausschließlich die Bewegungen der Rutsche und des Fallrohres und regelt den Zufluß der Kohlenmengen. Doch kann auch der Hauptführer von seinem Platz aus diese Bewegungen im Notfall ebenfalls steuern. In einzelnen Fällen kommt zu diesen beiden Führern noch der Bedienungsmann für den Schleudertrimmer hinzu.

Als Nebenanlage ist in der Regel in die nach dem Hochwipper führenden Gleisanlagen ein Vorwärmeschuppen eingeschaltet, der bis zu etwa 40 Wagen zu fassen vermag und den die gefüllten Wagen durchlaufen müssen. Im Winter wird die festgefrorene Kohle durch starke Dampfentwicklung in etwa 1 h aufgetaut, so daß die Entleerung der Wagen beim Wippvorgang wirksam unterstützt wird. Weiter ist die zum Hochwipper gehörige elektrische Schiffsverholanlage zu erwähnen, die ermöglicht, daß die Luken der Schiffe stets unter den Auslauf des Fallrohres zu liegen kommen. Außer der beschriebenen Wipperbauart gibt es noch vereinzelt fahrbare Wipper, die den Vorteil bieten, daß das Verholen der Schiffe nicht erforderlich wird. Ferner sind wiederholt sogenannte Tandemwipper von der Wellman-Seaver-Morgan Co. gebaut worden, bei denen zwei hintereinanderstehende 50 t-Wagen gleichzeitig entleert werden können. [M 940]

Dresden-A. Dr.-Ing. W. Franke

Getreideförderung mittels Saug- oder Druckluft

In Schweden arbeitet seit 1½ Jahren ein besonderer Ausschuß daran, die Fördereinrichtungen in der Landwirtschaft zu verbessern. Veranlaßt wurden diese Arbeiten dadurch, daß es für die Landwirtschaft immer schwieriger wird, die notwendigen Arbeitskräfte zu erhalten. Infolgedessen strebt der Landwirt danach, die Arbeiter in möglichst weitgehendem Umfange durch Maschinen aller Art zu ersetzen, namentlich zu den Zeitpunkten im Jahre, an denen jede Arbeitskraft besonders wertvoll ist, zur Erntezeit und kurz danach. Beim Dreschen werden schon in großem Umfange Maschinen verwendet, und an einigen Stellen ist man schon dazu übergegangen, das ausgedroschene Getreide, also die Körner, durch Luftförderer zur Scheune zu schaffen.

Da über die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen solcher Luftförderer sehr voneinander abweichende Angaben vorlagen, erschien es zweckmäßig, besondere Untersuchungen hierüber anzustellen. Besonders wichtig war die Ermittlung des Leistungsbedarfes solcher Anlagen und der lichten Weiten der erforderlichen Rohrleitungen.

Den theoretischen Untersuchungen liegt namentlich die Arbeit von J. Gasterstädt zugrunde[1]). Sie ergaben, daß jeder Förderlänge ein bestimmter Durchmesser der Rohrleitung entspricht, bei dem der Leistungsverbrauch am kleinsten wird. Unter der Annahme, daß die Luftgeschwindigkeit in der Leitung etwa 20 m/s und die Leistung der Anlage 2000 kg/h beträgt, ergab sich ein günstigster Leitungsdurchmesser von 10 bis 15 cm. Da die Schaulinie des günstigsten Leistungsverbrauches flach verläuft, Abb. 8, braucht man sich nicht ängstlich an einen bestimmten Durchmesser zu halten, sondern kann den Leitungsdurchmesser in gewissen Grenzen mit Rücksicht auf die Gestaltung und auf die Normen wählen.

Um die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen zu prüfen, schuf man eine Versuchsanlage mit einer Rohrleitung von 50 m Länge und 15 cm Dmr. Bei dieser lichten Weite reicht eine Schleuderluftpumpe noch für 100 m Förderlänge aus. Die verwendete Luftpumpe sollte bei [illegible] Uml./min und 330 mm Wassersäule Unterdruck 0,4 m³/h fördern. Zum Antrieb wurde ein mittelbar gekuppelter

[1]) Forschungsarb. des V. d. I. Heft 265, vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 617.

Abb. 8 Abhängigkeit der Leistung einer Luftförderanlage für Getreidekörner vom Durchmesser der Förderleitung.

Drehstrommotor von 7,5 PS Leistung benutzt. Mit Hilfe von Pitotrohren wurde eine Reihe Messungen sowohl des dynamischen als auch des statischen Druckes in der Rohrleitung gemacht. Man regelte hierbei die Luftmenge so, daß der dynamische Druck am Beginn der Leitung 25 mm Wassersäule betrug, entsprechend einer Luftgeschwindigkeit von 20 m/s. Die Messungen der Leistung blieben ziemlich wertlos, weil die Luftpumpe mehr Luft lieferte, als angenommen wurde, und weil die Einregelung auf 20 m/s Luftgeschwindigkeit einen nennenswerten Energieverlust bedeutete. Man kann aber annehmen, daß der tatsächliche Leistungsbedarf etwa 3 kW beträgt.

Eine Luftförderanlage kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten arbeiten, einmal als Sauganlage und dann als Druckanlage. Im allgemeinen kann man sagen, daß eine Sauganlage am zweckmäßigsten ist, wenn es sich darum handelt, ein Fördergut von verschiedenen Punkten zu einem zentralen Lagerplatz zu schaffen. Eine Druckanlage dagegen ist vorzuziehen, wenn das Fördergut von einer Hauptstelle zu mehreren kleineren Lagern geschafft werden soll. Bei der Förderung von Getreide von der Dreschmaschine zur Scheune kann man das eine oder das andre Verfahren anwenden.

Die Vor- und Nachteile einer Saug- und einer Druckanlage wiegen einander etwa auf. Wie mitgeteilt wird, sind die bisher auf schwedischen Gütern vorhandenen Anlagen als Druckanlagen gebaut.

Eine besondere Schwierigkeit stellen noch die Winkelstücke in den Rohrleitungen dar, weil dort naturgemäß die Abnutzung besonders groß wird. Am besten dürfte sich die Anordnung einer deutschen Firma bewährt haben, die darauf hinausläuft, daß das Getreide selbst die in den Winkelstücken gebildeten Löcher füllt, wobei sich allmählich eine Art Gleichgewichtzustand einstellt, so daß praktisch keine Abnutzung eintritt.

Die vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus sehr wichtige Frage, von welcher Größe des Betriebes ab die Beschaffung einer Luftförderanlage der gekennzeichneten Art lohnend ist, läßt sich unmöglich allgemein beantworten. Man hat aber trotzdem versucht, eine Formel für die Mindestgröße des betreffenden Gutsbetriebes aufzustellen, um wenigstens einen ungefähren Anhalt zu haben. An einem Beispiel hat man berechnet, daß die Mindestgröße des betreffenden Gutes in einem ganz bestimmten Falle 267 ha betragen muß. Werden die Bedingungen für die Anlage durch billige Anschaffungskosten auf der einen und hohe Löhne auf der anderen Seite günstiger, dann kann auch schon bei einem Gut von nur 150 ha eine Luftförderanlage vorteilhaft sein. [M 1029] Rei.

Werkstoffbearbeitung

Die Herstellung von Stahlspänen

Die Herstellung von Stahlspänen zum Reinigen von Parkettfußböden ist eine deutsche Erfindung; doch erzeugt man heute die größten Mengen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Die sechs bestehenden Gesellschaften stellen jährlich ungefähr 3000 t her, und mehr als die Hälfte der Stahlspäneerzeugung der Welt wird in amerikanischen Haushaltungen zum Reinigen von Aluminium- und anderm Kochgeschirr verwendet[1]).

Die Späne kann man aus Bessemer-, basischem oder saurem Stahl herstellen. Die Analyse ergibt im Mittel: 0,1 bis 0,2 vH C, 0,5 bis 1 vH Mn, 0,02 bis 0,09 vH S, 0,05 bis 0,12 vH P und 0,001 bis 0,01 vH Si. Die Zerreißfestigkeit beträgt ungefähr 85 kg/mm². Mikroskopisch werden die Späne darauf untersucht, daß alle Kanten gleichförmig und frei von Sägezähnen oder Rauheit sind. Der Querschnitt eines jeden Spanes soll drei bis sechs Schneidkanten haben.

[1]) „Mechanical Engineering" Bd. 49 (1927) S. 1315 und „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 1728.

Abb. 9
Stahlspänemaschine von Müller.

Abb. 10
Stahlspänemaschine von Marti.

Ungefähr 40 vH der Stahlspäne in den Vereinigten Staaten werden auf selbsttätigen Brillo-Field-Maschinen hergestellt und der Rest auf andern Spanmaschinen. In allen Maschinen verarbeitet man Draht als Rohstoff. Das erste Patent[2]) erhielt Karl Müller in der Schweiz 1901, Abb. 9. Ein weiteres Patent[3]) von Jakob Marti, Schweiz, Abb. 10, wies Verbesserungen, insbesondere der Messerhalter, auf. Um dieselbe Zeit erhielt Max Wurzinger ein Patent[4]) für eine Stahlhalterkonstruktion. Im Jahre 1924 waren nicht weniger als 400 in Amerika gebaute Maschinen der Müller-Marti-Bauart in Betrieb, die allerdings verschiedene kleinere Konstruktionsänderungen aufwiesen, aber bei allen wurde ein einzelner Draht von 2,7 mm Dmr. über einen Führungsblock oder Blöcke gezogen. Einige Maschinen hatten sechs, andere acht und einige sogar fünfzehn Messer. Eine große Schwierigkeit verursachte die Führung des Drahtes unterhalb der Messer, um parallele Schnitte zu erzeugen und ein gleichmäßiges Schneiden jedes folgenden Messers über die ganze Oberfläche des Drahtes, die von dem vorhergehenden Messer übriggelassen wurde. Im allgemeinen wird der Draht so geführt, daß er unter demselben Messer zwei oder mehrere Male vorübergeht. Die Anzahl der Messer für einen einzelnen Draht ist durch zwei unabhängige Veränderliche bestimmt, die erste hängt von dem vollen Querschnitt eines neuen Drahtes und die zweite von dem dünnen Querschnitt eines gebrauchten Drahtes ab. Ein dicker Draht kann einen größeren Zug vertragen als ein dünner, ist aber auch zäher und elastischer und deshalb schwieriger gleichmäßig zu führen. Deshalb sind die ersten Schnitte gröber, bis ungefähr 20 bis 30 vH des Querschnittes abgehobelt sind. Dann muß die Anzahl und Größe der Schnitte verringert werden, weil der Draht sonst reißt.

[2]) Schweizer Patent Nr. 22 589.
[3]) Schweizer Patent Nr. 32 668.
[4]) DRP Nr. 19 106.

Abb. 11 und **12**
Stahlspänemaschine von Brillo-Field mit einer Trommel.
a Trommel b_1, b_2, b_3 Rollen *c* Zugtrommel
d Elektromotor *e* Dynamo zum Erzeugen der nötigen Spannung

Diese Schwierigkeiten werden bei der Brillo-Field-Maschine vermieden, da der Draht sich nicht durch eine Führung bewegt, sondern mehrere Male um eine große mit Nuten versehene Trommel geschlungen wird. Daher kann sich der Draht nicht zwischen den Messern desselben Rades verschieben oder verdrehen; die Schnitte bleiben parallel. Man kann auch Draht von größerem Durchmesser verarbeiten. Die Brillo-Field-Maschine besteht aus einer oder mehreren hintereinander angeordneten Trommeln, die gleichförmig angetrieben werden. Mit einer Brillo-Field-Maschine können 2000 Schnitte an 2000 Stellen an demselben Draht gleichzeitig ausgeführt werden.

Vorzuziehen ist die Anordnung von fünf bis sechs Trommeln hintereinander. Eine Maschine mit einer Trommel zeigen Abb. 11 und 12. Der von einer Spule kommende Draht wird mehrere Male um die mit Rillen versehene Trommel *a* gewickelt und durch die Rollen b_1, b_2, b_3 geführt und geht dann zu der Zugtrommel *c*. Durch die elektrischen Maschinen *d* und *e* wird die nötige Spannung erzeugt, da *e* als Stromerzeuger arbeitet und dynamisch bremst, so daß kein Schleifen zwischen dem Draht und dem Trommelumfang beim Schneiden stattfindet. Der Draht wird durch gezackte Messer bearbeitet; die Anzahl der Zacken hängt von dem gewünschten Profil der Späne, von der Art des Drahtes, der verschiedenen Warmbehandlung und dem gewünschten Schnittwinkel ab. Die Anzahl der Zacken schwankt zwischen 10 und 250. [M 1186]

Amberg, Oberpf. H. Illies

Baustoffe

Die Eigenschaften von Schleuderbeton

Die von F. Gimkewitz, Johannesburg, mit Unterstützung der Hume Pipe Co. durchgeführten Versuche zur Untersuchung der Eigenschaften von Schleuderbeton dienten zur Feststellung: 1. der Wirkung bei Erhärtung unter Wasser im Vergleich zur Erhärtung an der Luft unter Anfeuchten, 2. des Einflusses der Temperatur in den Dampfkammern auf die Eigenschaften der fertigen Rohre, 3. des Einflusses der Herstellungszeit, 4. der Festigkeit von verschiedenen Mischungen nach 4, 6 und 8 Wochen Alter, 5. des Unterschiedes vom normal hergestellten Beton und 6. einer Bemessungsformel für bewehrte Rohre.

Die Versuchskörper waren 412 mm lange Rohre, Abb. 13 und 14, mit 102 mm innerem und 152 mm äußerem Dmr. Zwei Tage vor der Prüfung wurden die Enden der Rohre auf 102 mm Tiefe mit Beton gefüllt, um Beschädigungen durch die Anbringung der Zugvorrichtung zu vermeiden. Für letztere wurden auf die Enden der Rohre 3 mm dicke und 51 mm breite Stahlbänder mit 165 mm innerem Dmr. mit Hilfe einer Dichtungsmischung aufgebracht, hinter denen dann mit Hilfe von Laschen die Zugkraft übertragen wurde, Abb. 15. Zwischen Rohr und Lasche befand sich ein

Abb. 13 bis **15**
Versuchskörper mit Einspannvorrichtung.

Abb. 16
Versuchskörper mit
Dehnungsmesser.

eifutter. An der Seite des Rohres wurden zwei Verfungen in 203 mm Entfernung zum Eingipsen von Bolzen r den Dehnungsmesser angebracht, die später wegen hwächung des Querschnittes weggelassen wurden.

Die Versuchsrohre stellte man in 1830 mm hohen Foren her, so daß durch Trennungsringe in einem Arbeitsrgang vier Versuchskörper hergestellt werden konnten, i sechs Formen also 24 Stück, von denen je acht nach er, sechs und acht Wochen geprüft wurden. Von je acht hren waren vier unter Wasser und vier an der Luft härtet. Zum Vergleich mit den geschleuderten wurden hre in den gleichen Abmessungen normal hergestellt. ändert wurde das Mischverhältnis in Raumteilen eine : Sand : Zement) zu 0 : 2 : 1, 2 : 2 : 1, 3 : 1 : 1; der isserzusatz schwankte in Raumteilen von ½, ⅓, ⅖, 7/12, ınd 1½. Die fertige Mischung wurde in die Formen einüllt und bei verschiedenen Arbeitsgängen die Zeitdauer e die Umdrehungsgeschwindigkeit geändert. Hiernach rden die Rohre in den Formen 12 Stunden in Dampfkammern etzt, dann den Formen entnommen und unter Wasser r an der Luft unter Anfeuchten gelagert. Während der rstellung wurde außerdem die Temperatur und die beim leudern abtropfende Wassermenge beobachtet.

Die Versuche wurden mit der 15 t-Zugmaschine von hr & Federhaff ausgeführt und hierbei die elastischen . bleibenden Dehnungen gemessen, die Elastizitätsgrenze . Bruchlast beobachtet, die Elastizitätszahl errechnet. Für i normal hergestellten Vergleichskörper wurde nur die chlast festgestellt; bei den letzten Versuchsreihen wure auch Rohre mit Druckwasser geprüft und die Zugspang beim Bruch errechnet.

Die Dehnungen wurden mit einem Goodmanschen Dehgsmesser gemessen, Abb. 16. Durch ein Fernrohr fiel Lichtstrahl auf den Spiegel des Dehnungsmessers und de von da auf einen 5220 mm entfernten Schirm reflekt, auf dem man die Lage auf einem Papier entsprechend Laststufen 1670fach vergrößert unmittelbar anzeichnete. die erste Ablesung bei 300 kg Last stattfand, wurden nicht durch den Nullpunkt gehenden Lastdehnungslinien erecht in diesen verschoben, Abb. 17. Die Versuchsdauer ug 30 min. Im folgenden sind die hauptsächlichsten Erhisse wiedergegeben.

Die Festigkeit der Rohre nimmt bei höherem Alter und Lagerung unter Wasser zu. Das Wasser soll etwa eine peratur von 15 bis 20 °C haben und diese darf nicht r als 26,6 ° sein. Anzustreben ist überhaupt eine end des gesamten Herstellungs- und Erhärtungsvorres annähernd gleichbleibende Temperatur.

Die Temperatur in den Dampfkammern soll nicht höher als 49 °C sein, sie muß möglichst niedrig gehalten werden, jedoch ließen sich bei Temperaturen unter 43 °C die Formen von dem Körper schwer abnehmen.

Die Dauer der Geschwindigkeit des Schleudervorganges ist wesentlich bedingt durch die hierbei auftretende Verteilung der gröberen Bestandteile nach außen, der feineren nach innen, Abb. 18, oder durch die Entmischungsgefahr. Hiernach muß man nach einem Mindestwert streben. Gleichzeitig ist aber ein Höchstwert zur Erreichung der notwendigen Steifigkeit und Dichte der Masse erwünscht. Dies hängt auch vom Mischverhältnis und Wasserzusatz ab. Magere Mischungen setzen sich schneller und erfordern höhere Geschwindigkeit als fette Mischungen. Als größte Geschwindigkeit wurde 230 m/min, bezogen auf den mittleren Rohrumfang, gefunden. Eine durchschnittliche Geschwindigkeit von etwa 175 m/min erscheint am günstigsten auch dadurch, daß hierbei die Erschütterungen der stehenden Form noch so gering sind, daß eine Führung des oberen Endes der Form nicht notwendig ist. Die Zeitdauer betrug im Mittel 10 bis 15 min. Die Schleudergeschwindigkeit bedingt den Wassergehalt, der im Beton verbleibt, entsprechend der Fliehkraft. Überflüssiges Wasser wird herausgeworfen. Einige Mittelwerte der Festigkeiten aus je zwölf Versuchen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Mittelwerte der Festigkeiten aus je 12 Versuchen

Mischverhältnis	Alter in Wochen	Lagerung	Elastizitätsgrenze σ_E kg/cm²	Zugfestigkeit σ_B kg/cm²	Elastizitätsmaß E kg/cm²	Vergleichskörper σ_B kg/cm²
2 : 1	4	Luft	10,9	16,3	260 000	35,8
		Wasser	12,6	21,1	282 000	
	6	Luft	13,7	19,7	239 000	39,0
		Wasser	16,1	27,3	212 000	
	8	Luft	17,1	19,5	127 000	42,5
		Wasser	20,8	27,4	209 000	
2 : 2 : 1	6	Luft	8,2	13,7	109 000	27,9
		Wasser	12,3	19,3	148 000	
	8	Luft	11,6	13,3	113 000	29,8
		Wasser	15,7	21,3	110 000	
3 : 1 : 1	4	Wasser	9,0	12,1	84 000	24,8

Anwendung auf ein bewehrtes Schleuderdruckrohr und seine Berechnung: Durch die Forderung der Dichtigkeit (Vermeidung von feinen Rissen) muß im Gegensatz zu sonstigen Eisenbetonbauteilen die Eisenspannung wesentlich niedriger gehalten werden, so daß die Zugbeanspruchung des Betons dessen Elastizitätsgrenze nicht überschreitet. Neben der erforderlichen Umfangsbewehrung ist, wie die Erfahrung lehrt, auch auf gute Längsbewehrung zu achten.

Beispiel: Gegeben ist ein Rohr mit 229 mm Innendurchmesser, 25,4 mm Wanddicke, 5,3 kg/cm² Betriebsdruck. $E_{\text{Beton}} = 211\,000$ kg/cm². Gesucht ist die Eisenbewehrung. Die zulässige Betonbeanspruchung kann zu 19 kg/cm² angenommen werden, für größere Rohre soll sie geringer, für kleinere kann sie höher, aber keinesfalls über 21 kg/cm² gewählt werden. Die durchschnittliche Wandbeanspruchung beträgt $\frac{5{,}3 \cdot 22{,}9}{2 \cdot 2{,}54} = 23{,}7$ kg/cm², die vom Eisen aufzunehmende Zugkraft demnach $23{,}7 - 19 = 4{,}7$ kg auf 1 cm² des Betonquerschnitts. Die zulässige Eisenbeanspruchung beläuft sich auf 190 kg/cm²; erforderlicher Eisenquerschnitt 6,35 cm² auf 1 m Rohrlänge.

In Wirklichkeit verteilt sich die Zugbeanspruchung nicht gleichmäßig über den Querschnitt, wie in der vorstehenden Rechnung angenommen ist. Für Rohre mit großem Durchmesser würde der Fehler geringfügig sein, bei kleinem Durchmesser kann er aber wesentlich werden. Die Beanspruchung durch Innendruck ist quer zur Längsachse gerichtet. Die Versuche haben ergeben, daß die Festigkeit quer zur Längsachse (aus hydraulischen Ver-

Abb. 17
nnungsdehnungsdiagramm.

innen außen
Abb. 18
Verteilung der Korngrößen im Rohrquerschnitt.

suchen berechnet) sehr gut mit der Zugfestigkeit bei Längsbeanspruchung übereinstimmt. Nach der Lames Thick Cylinderformel ergibt sich für das vorstehende Rohr der Höchstwert der Ringzugspannung zu $p_1 = p_0 \frac{R_1^2 + R_0^2}{R_1^2 - R_0^2} =$ 26,8 kg/cm², wobei der Innendruck p_0 in kg/cm² und der äußere und innere Rohrhalbmesser R_1 und R_0 in cm einzusetzen sind. Nach einer andern Formel[1]) erhält man 20,8 kg/cm². Der Beton würde also bis zur Elastizitätsgrenze beansprucht sein, was zulässig erscheint, da die Versuche für die Sicherheit befriedigende Ergebnisse liefern.

Zur weiteren Klärung werden Versuche mit bewehrten Rohren vorgeschlagen unter Berücksichtigung verschiedener Art und Anordnung der Bewehrung. [M 1135]

Dresden S. Mörbitz

[1]) Wood, Strength and Elasticity of Structural Members. S. 267.

Kleine Mitteilungen

Schraubenfedern als Lokomotivtragfedern

In England werden immer noch, wenn auch nur in beschränktem Umfange, Schraubenfedern als Lokomotivtragfedern verwendet, obgleich sie die auftretenden Schwingungen nicht wie die sonst allgemein üblichen Blattfedern durch innere Reibung dämpfen. So sind z. B. die 1918 gebauten 1 C 2-Tenderlokomotiven der sogenannten River-Klasse[1]) der englischen Südbahn mit Schraubenfedern an dem vorderen Bisselgestell und dem hinteren Drehgestell versehen.

Am 24. August 1927 entgleiste nun nahe Sevenoaks bei etwa 96 km/h Geschwindigkeit eine mit solchen Federn versehene Lokomotive (Nr. 800) vor einem Schnellzug. Die amtliche Untersuchung[2]) stellte zwar als Ursache den namentlich infolge der starken Regengüsse nicht einwandfreien Zustand des Oberbaues fest, veranlaßte aber gleichzeitig auch Versuchsfahrten mit einer der verunglückten ähnlichen dreizylindrigen Lokomotive (Nr. 890) und einer gleichen, allerdings zweizylindrigen Lokomotive (Nr. 803). Der Hauptunterschied der beiden Lokomotiven bestand darin, daß Lokomotive Nr. 890 wie die verunglückte Lokomotive an den Gestellen Schraubenfedern, Lokomotive Nr. 803 aber Blattfedern hatte.

Die Versuchsfahrten, die mit Geschwindigkeiten bis 112 km/h sowohl auf der Unfallstrecke als auch auf Strecken mit einwandfreiem, sehr gutem Oberbau stattfanden, ergaben, daß die Lokomotive Nr. 890 mit Schraubenfedern unruhiger lief. Auf sehr gutem Oberbau war die Unruhe des Laufes noch unbedenklich, anders dagegen auf mangelhaftem Oberbau. Hier waren die Schwankungen so erheblich, daß man sie in Verbindung mit schlechten Stellen im Oberbau als Entgleisungsursache betrachtet. Daß die Lokomotiven rückwärts, d. h. mit dem zweiachsigen Drehgestell voran, ruhiger liefen, war zu erwarten. Ein Sachverständiger weist auch darauf hin, daß die Lokomotiven mit vollen Seitenwasserbehältern ruhiger liefen als mit leeren Behältern.

Die Aufsichtsbehörde empfiehlt daher, die Schraubenfedern durch Blattfedern zu ersetzen, ferner bei den in Frage kommenden hohen Geschwindigkeiten die Lokomotiven mit führenden Drehgestellen statt der Bisselgestelle zu versehen, ebenso die Anwendung seitlicher Wasserbehälter.

Vermutlich wird dieser Unfall dazu führen, daß man die Schraubenfedern, jedenfalls für schnellfahrende Lokomotiven, nunmehr auch in England verläßt. Statt des führenden Drehgestells könnte man, wenn man die zusätzliche weitere Achse vermeiden will, zu Drehgestellen der Bauarten Krauß, Zara oder Lotter greifen, die zwar nicht ganz so gut führen wie ein zweiachsiges Drehgestell, aber ganz wesentlich besser als eine einzelne Laufachse. In England sind sie leider noch ziemlich unbekannt, obgleich sie sich in Mitteleuropa, namentlich auch in Deutschland, im Schnellzugbetriebe bewährt haben. Tenderlokomotiven mit der Achsfolge 1 B 2, 1 C 2 usw. baut man zwar bequemer als mit der Anordnung 2 B 1, 2 C 1 usw. Man sollte sich dann aber entschließen, solche Tenderlokomotiven vorzugsweise rückwärts laufen zu lassen. Die Abneigung hiergegen stammt wohl zum Teil aus alter Gewohnheit, zum Teil aber auch aus der dann ungünstigen Stellung des Führers zu Regler und Steuerung. Man muß dann eben, wie es z. B. die französische P. L. M.-Bahn schon seit 20 Jahren tut, Regler und Steuerung auch an der Rückwand des Führerhauses vorsehen, so daß der Führer beim Bedienen der Lokomotive sein Augenmerk nicht von der Strecke zu wenden braucht. [N 1409 a] M.

[1]) Beschreibung: „The Locomotive" Bd. 23 (1917) S. 195, „The Engineer" Bd. 74 (1917) S. 280, „Railway Gazette" Bd. 38 (1918) S. 161 (dort Zeichn. der Lok.), „Organ" Bd. 55 (1918) S. 162.

[2]) Vergl. „Railway Gazette" Bd. 48 (1928) S. 191.

Roheisen- und Rohstahlerzeugung 1927

Im Jahre 1927 wurden in Deutschland 13,103 Mill. t Roheisen (9,644 Mill. t 1926), 16,305 Mill. t Rohstahl (12,342 Mill. t 1926) und 12,872 Mill. t Walzwerkserzeugnisse (10,276 Mill. t 1926) hergestellt. Ende 1927 waren 191 Hochöfen vorhanden mit einer mittleren Leistung von 50 965 t in 24 h; hiervon waren 116 in Betrieb, 8 gedämpft, 45 in Ausbesserung und 22 standen zum Anblasen fertig.

In Luxemburg wurden im Jahre 1927 2,723 Mill. t Roheisen und 2,470 Mill. t Stahl erzeugt. Belgiens Erzeugung betrug 3,571 Mill. t Roheisen (3,399 Mill. t 1926), 3,605 Mill. t Rohstahl (3,289 Mill. t 1926) und 3,062 Mill. t Fertigware. Am 1. Februar 1928 waren 57 Hochöfen mit einer Erzeugung von 10 540 t in 24 h vorhanden. In Frankreich wurden 9,293 Mill. t (9,310 Mill. t 1926) Roheisen und 8,275 Mill. t Rohstahl (8,400 Mill. t 1926) erzeugt. Ende 1927 waren 142 Hochöfen im Feuer, 35 außer Betrieb und 43 im Bau oder in Ausbesserung. Englands Erzeugung betrug 7,410 Mill. t Roheisen (2,481 Mill. t 1926) und 9,245 Mill. t Rohstahl (3,617 Mill. t 1926); 149 Hochöfen (78 1926) waren in Betrieb. Nach vorläufiger Schätzung wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika 36,870 Mill. t Roheisen (39,727 Mill. t 1926) und von sämtlichen Stahlwerksgesellschaften 43,730 Mill. t Rohstahl (47,687 Mill. t 1926) erzeugt. Ende 1927 waren 169 von 354 vorhandenen Hochöfen oder 47,7 vH in Betrieb. („Stahl und Eisen" 12. Januar 1928 S. 53, 26. Januar 1928 S. 125, 2. Februar 1928 S. 154, 16. Februar 1928 S. 217, 23. Februar 1928 S. 250) [N 1409 c] Gw.

Wasserkraftanlagen in Rußland

Zur Feststellung der geeigneten Wasserturbinen für die Anlage am Dnjepr[3]) bei Saporshie hat die russische Regierung bei mehreren Firmen Versuchsturbinen bestellt, die in der Versuchsanstalt in Moskau untersucht werden sollen. Für den ersten Ausbau dieser Anlage sind fünf Turbinen von je 63 000 PS Nutzleistung bei 107 Uml./min und rd. 4,5 m Laufraddurchmesser vorgesehen. Die Baukosten sind auf rd. 95 Mill. ℳ berechnet.

Die Turbinen für die Anlage am Svirfluß sollen rd. 7,6 m Laufraddurchmesser erhalten. Die Anlage umfaßt vier Einheiten von je 35 000 PS_e Leistung bei 75 Uml./min und rd. 110 m Gefälle. („Power" 21. Februar 1928 S. 321) [N 1409 d] Ls.

[3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 354.

Kragträgerbrücke mit rd. 150 m Fahrbahnhöhe über dem Wasserspiegel

Über die Schlucht des Snake-Flusses in Idaho, U. S. A., etwa 4,8 km nördlich der Stadt Twie Falls, wurde vor kurzem eine Kragträgerbrücke mit obenliegender Fahrbahn erbaut, deren Hauptöffnung rd. 215 m weit ist. Die Brücke ruht auf zwei Stützen aus Eisenfachwerk, ihr Grundriß hat die Form eines gleichseitigen Trapezes, dessen parallele Seiten sich nach oben zu verjüngen. Die beiden dem Fluß zugekehrten Stützfüße liegen an dem Steilufer 112 m, die andern beiden 88 m unterhalb der Fahrbahn. Die Brücke ist insgesamt 410 m lang; die 8,2 m breite Fahrbahn dient dem Straßenverkehr und verkürzt den Verkehr über die Landstraße um 11,2 km.

Die Stützen wurden mittels eines Kabelkranes von 18 t Tragfähigkeit errichtet, sodann wurden oben verfahrbare Drehkrane mit je zwei 18 m langen Auslegern aufgesetzt, die zusammen mit dem Kabelkran gleichmäßig von beiden Stützen aus die eigentliche Brücke zusammenbauten. Zum Schluß wurde mittels der Drehkrane das 76 m lange Mittelstück eingehängt. Das Gewicht der gesamten Eisenkonstruktion beträgt 2900 t, der Zusammenbau der Brücke dauerte 111 Arbeitstage. („Engineering News Record" 16. Februar 1928 S. 282*) [N 1409 e] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

tollenbau. Von E. Randzio. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 295 S. m. 290 Abb. Preis 24 ℳ.

Die starke Entwicklung der Wasser- und Wasserkraft-irtschaft hat dem lange Zeit vorwiegend vom Bahnbau-ngenieur gepflegten Tunnel- und Stollenbau in den letzten rei Jahrzehnten ein neues großes Anwendungsgebiet er-:hlossen. Das Unternehmen des Verfassers, eine Mono-raphie der kleineren, vorwiegend für Wasserführung be-immten Tunnelbauten zu schreiben, ist daher sehr zeit-emäß.

Nach einer eingehenden Begriffsfestlegung für die erschiedenen Arten von Stollen gibt der Verfasser eine isammenfassende Darstellung der Wissenschaft von Stol-nvortrieb, wobei umfangreiche Tabellen eine Fülle von sher schwer oder gar nicht zugänglichem Erfahrungsstoff er Bohrung und Vortrieb, Schieß- und Schutterleistun-n darbieten. Dann wird der zeitweilige und dauernde usbau für Freispiegel- und Druckstollen in übersichtlicher 'eise behandelt, wobei nun die beschreibende Darstel-ng zahlreicher Beispiele in den Vordergrund tritt. Nur n ernster sachlicher Einwand ist in diesem Abschnitt zu achen: die Notwendigkeit der Druckstollenauskleidung id ihres weiteren Ausbaues nach der eisenbetontechnischen ite hin darf nicht — in Nachwirkung des Ritomver-gers — überschätzt und als absolute Forderung hingestellt erden, ebensowenig die tunnelbautechnischen Vorzüge des eispiegelstollens vor dem Druckstollen. Neuere Ausfüh-ngen beweisen, daß in geeignetem Gebirge hochbean-ruchte Druckstollen auch ohne jede Auskleidung ausführ-r und betriebsicher sind (Barberine 7 at; norwegische uckstollen und -schächte!). — Mit dieser im Interesse der irtschaftlichkeit der Stollenanwendung zu betonenden Be-chtigung möchte ich dieser in allem übrigen sehr wert-llen Arbeit weiteste Verbreitung wünschen. Es ist hier t viel Sachkenntnis und bewundernswertem Eifer in ihevoller Kleinarbeit in Besichtigungen und Umfragen s neuerdings sehr angeschwollene Material über Stollen-uten jeder Art zusammengetragen, gesichtet und mit ab-wogenem Urteil verarbeitet. Dem in der Praxis stehen-n Ingenieur ist damit ein wertvolles Handbuch gedräng-n Umfanges an die Hand gegeben, für das er dem Verfas-r dankbar sein muß. Die Ausstattung des durch gute hriften, Sach- und Namensnachweise glücklich ergänzten ches ist anerkennenswert gut.

[E 1248] Ludin

ue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Von R. Mollier. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 28 S. n. 2 Taf. Preis 2,70 ℳ.

Die vorliegende Ausgabe unterscheidet sich von denen, seit 1925 erschienen waren, nur durch kleine Erweite-ngen der Zahlentafeln. Damals wurden die nur bis 20 at chenden Werte der 1. Auflage bis zum kritischen Druck weitert, obgleich nur ganz unzureichende Versuchs-rte vorlagen. Aber auch bis heute liegen aus dem biete der höheren Drücke nur Teilergebnisse vor, ob-ich seit mehreren Jahren umfassende Forschungen über Eigenschaften des Wasserdampfes in Amerika und bei im Gange sind. Soweit durch diese Arbeiten die Dros-koeffizienten bis 40 at und 350° und die Verdampfungs-rme oberhalb 10 at bei 180 und 210° bekannt geworden d, stimmen sie mit den Angaben der Zahlentafeln aus-hend überein. [E 1263] H.

Iron and Coal Trades Review. Diamond Jubilee Issue 867 bis 1927. A record of sixty years' progress in the al, iron and steel industries. Edited by Charles T. hedden. London 1927, Industrial Newspapers Ltd. 24 S. m. Abb. Preis 1 £ 1 sh 6 d.

Anläßlich des 60jährigen Bestehens der Zeitschrift The n and Coal Trades Review hat die Schriftleitung ein derheft herausgegeben, das einen Überblick über die wicklung der Kohlen- und der Eisen- und Stahlindustrie ler Zeit von 1867 bis 1927 gibt. Der einleitende Auf-bringt eine Geschichte der Zeitschrift, wobei die vor 7 in England erschienenen Zeitungen und Zeitschriften rähnt werden.

Der Abschnitt Kohlenindustrie enthält Arbeiten über ermengen, Lohn- und Preisentwicklung, Planung und bau von Schachtanlagen, Förderanlagen, Druckluft, Elek-rität, Abbaumaschinen, Unfallverhütung, Beleuchtung, ereitung, Kohlenverwendung, Koksöfen, Dampfkessel, Gaswerke, Schwel- und Vergasungsanlagen, Kohlenverflüssigung, Kohlenverladung und -verschickung in Eisenbahnen und Schiffen, Kohlenhandel, Gesundheitszustand der Arbeiter, Beziehungen zwischen Erzeuger und Verbraucher, Gesetzgebung, Vereine und Forschungsinstitute usw.

Die einzelnen Aufsätze in dem Abschnitt über die Eisen- und Stahlindustrie behandeln Erzeugungsmengen, Erzbergbau, Eisenhandel, Hochöfen, Stahlwerke, Siemens-Martin-Öfen, Walzwerke, Zinnblech, Metallurgie, wirtschaftliche Verbände, Eisen- und Stahlhandel, Gießereien, Vereine und Forschungsinstitute, Schiffbau usw.

Die letzten beiden Abschnitte bringen Aufsätze über die Geschichte der Kohlen-, Eisen- und Stahlindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika, Deutschland, Frankreich und Belgien. Das Sonderheft ist wegen der geschichtlichen Darstellung in den einzelnen Aufsätzen bemerkenswert.

[E 1262] Gw.

DIN 1917 bis 1927. 10 Jahre Deutsche Normung. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 184 S. m. zahlr. Abb. Preis 2 ℳ.

Das Buch gibt einen Querschnitt durch die vielgestaltige Arbeit, die der Normen-Ausschuß unter der zielbewußten Geschäftsführung von Dr. Hellmich geleistet hat und unter Mitarbeit einer stattlichen Anzahl kenntnisreicher und im Geiste der Gemeinschaft wirkender Männer noch weiter leistet. Werden, Aufbau und augenblickliche Organisation des Normen-Ausschusses schildert auf Grund lehrreicher Aktenstücke und eigener Betrachtungen Dr. Hellmich, Erlebtes und Erstrebtes bringen die Mitarbeiter der ersten Jahre. Dann folgen Beiträge aus der Wirtschaft: Großindustrie und Behörden, Wissenschaft und Kleinhandel. Alle verkünden die Vorteile der Normung, von ihrem Standpunkt gesehen. Man möchte das Buch in der Hand jedes Mitbürgers wünschen, insbesondre der immer noch vorhandenen Gegner des Normungsgedankens. [E 1249]

Berlin Dr. J. Hanauer

Lehrbuch der analytischen Geometrie. 1. Bd. Von L. Heffter und C. Koehler. 2. Aufl. Karlsruhe 1927, G. Braun. 477 S. m. 112 Abb. Preis 20 ℳ.

Das Werk, dessen erster Band hier in wesentlich geänderter zweiter Auflage vorliegt, gehört nicht zu den gewöhnlichen Lehrbüchern, die den Anfänger in möglichst müheloser Weise in den Gegenstand einführen wollen. Es hat im Gegenteil einen systematischen Aufbau der Geometrie zum Ziel, indem es den Klein-Cayleyschen Gedanken durchführt, erst eine allgemeine projektive Geometrie aufzubauen, in der von Lagebeziehungen die Rede ist und die die euklidische wie die nichteuklidische Geometrie umfaßt, um dann erst zu den engeren Geometrien herabzusteigen.

Nach Klein ist Geometrie die Lehre von den Beziehungen zwischen geometrischen Objekten, die bei einer Gruppe von Transformationen ungeändert bleiben. Dieser Auffassung schließt sich das Werk an. Als geometrische Objekte werden zunächst Ebenen, Punkte und Geraden eingeführt und unter starker Betonung der Dualität die Axiome der Verknüpfung oder Inzidenz ausgesprochen. Damit kann der Desarguessche Satz bewiesen werden. Darauf gründet sich die Lehre vom Doppelverhältnis. Dann folgen die Anordnungsaxiome und das Stetigkeitsaxiom, woraus sich nach Klein die Möglichkeit ergibt, den Punkten einer jeden Geraden Zahlen zuzuordnen und umgekehrt. (Nebenbei: ich hege Zweifel, ob der Beweis des Buches an dieser Stelle ganz stichhaltig ist.) Zu bemerken ist, daß bisher die uneigentliche, auch unendlich fern genannte Ebene der anschaulichen Geometrie als vollkommen gleichwertig behandelt worden ist. Indem erst später eine Ebene als unendlich fern ausgezeichnet wird, folgt die Parallelengeometrie. Die euklidische und die verschiedenen nichteuklidischen Geometrien ergeben sich gesondert erst zum Schluß durch Einführung absoluter Elemente und Spezialisierung der Gruppe auf solche Transformationen, die das Absolute festlassen. Daher kommt es, daß erst auf S. 352 die Orthogonalgeometrie in der eigentlichen Ebene beginnt, womit sonst eine analytische Geometrie anfängt.

Aus alledem folgt, daß das bedeutende Werk für Geometer vom Fach und solche, die es werden wollen, ein Hauptmittel ihres Studiums werden wird, daß es aber für den Physiker, den Ingenieur und alle, die in erster Linie die Anwendungen der Mathematik wollen, in zweiter Linie stehen muß. Das liegt daran, daß für alle Anwendungen die Gruppe der kongruenten Bewegungen weit wichtiger ist

als die allgemeine projektive Gruppe, und daß der rechte Winkel, der bei der ersten Gruppe invariant, bei der zweiten aber nicht invariant ist, für alle angewandte Geometrie ein unentbehrliches Grundelement ist. Diese Bemerkung soll ohne jedes Werturteil nur die Stellung des Werkes kennzeichnen. [E 1239] Hamel

Schriften aus dem Gesamgebiet der Gewerbehygiene, N. F. 17. H.: **Die Staublungenerkrankung** (Pneumonokonose) **der Sandsteinarbeiter.** Von A. Thiele u. E. Saupe. Berlin 1927, Julius Springer. 69 S. m. 22 Abb. Preis 6,90 ℳ.

Die empfehlenswerte Abhandlung ist als Heft 17 in den Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene erschienen und behandelt die Steinhauerkrankheit und die gesundheitlichen Nöte der Sandsteinarbeiter im Elbsandsteingebiet.

Da die Staubschädigung der Lunge von der „Reichsverordnung über Ausdehnung der Unfallversicherung auf gewerbliche Berufskrankheiten vom 12. Mai 1925" nicht ergriffen wird, so wird an der Hand von reichlich erbrachtem Material der Beweis geführt, daß für die Steinhauer im Sandstein unbedingt eine ausgesprochene Berufskrankheit vorliegt. Nach 25jähriger Arbeitzeit war kein Mann mehr lungengesund!

Thiele behandelt die Fragen vom gewerbehygienischen Standpunkt, gibt einen geschichtlichen Überblick der Sandsteingewinnung und bespricht die geologischen, morphologischen und chemischen Verhältnisse des Gesteins.

Saupe behandelt die klinisch-röntgenologischen Untersuchungen der „Steinhauerlunge" oder der „Steinbrecherkrankheit", veranschaulicht die Erkrankung mit 22 wohlgelungenen Abbildungen und schildert die charakteristischen Symptome. Zum Schluß wird vorgeschlagen, Reihenuntersuchungen, zu denen jeder Arbeiter verpflichtet ist, einzuführen, für die Unterbringung gefährdeter Arbeiter in andre Berufe zu sorgen und die Prophylaxe zweckmäßig auszubauen, da es keine andre wirksame Behandlung der Staublungenerkrankung gibt. [E 1184] Dr. P.

Aus dem Reich der Technik. Von M. M. von Weber. Herausgeg. von C. Weihe. 2. Bd. Berlin 1927, VDI-Verlag. 336 S. Preis 5 ℳ.

Jeder, der den vom gleichen Bearbeiter herausgegebenen ersten Band mit dem Lebensbilde Max Maria von Webers kennt, wird sich über das Erscheinen dieses zweiten Bandes freuen, in dem noch mehr als im ersten der Dichteringenieur selbst zu Wort kommt und seine Leser zurückführt in die Zeit, in der es noch „keinen Ruhm für den deutschen Techniker gab". Wenn das heute anders geworden ist, so danken wir das nicht zum wenigsten den Männern, die, wie Max Maria von Weber, dazu beigetragen haben, das Ansehen des deutschen Ingenieurs zu heben.

Die vom Herausgeber getroffene Auswahl unter den Aussprüchen und Novellen ist wieder sehr glücklich. Die Aussprüche lassen Webers Ansicht über den Stand der Technik und der Techniker in den verschiedenen Ländern, besonders über die Ausbildung, über Erfindungen und Erfinder und über Webers Sondergebiet, das Eisenbahnwesen, erkennen; aber auch über Kunst und Kultur, über Natur und Menschheit. In den Novellen führt uns Weber zu den zahlreichen großen englischen Erfindern, deren persönliche Bekanntschaft er gemacht hat, und bringt sie uns so auch menschlich näher.

Es ist zu hoffen, daß das Buch die Schar der Leser von Max Maria von Webers Werken wieder vergrößert. [E 1336] Haßler

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 298. H.: **Beitrag zur Mengenmessung strömenden Dampfes mittels Stauringen.** Von Walter Pflaum. Berlin 1928, VDI-Verlag. 41 S. m. 59 Abb. Preis 5 ℳ.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 299. H.: **Der Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen.** Von Dr. Hartner-Seberich. Berlin 1928, VDI-Verlag. Preis etwa 3,75 ℳ.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 288. H.: **Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen von Viskosimetern.** Von S. Erk. Berlin 1928, VDI-Verlag. 54 S. m. 27 Abb. Preis 6 ℳ.

Die Abwärmetechnik. Von Hans Balcke. 1. Bd.: München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 290 S. m. 147 Abb. Preis 15 ℳ.

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, 21. Bericht: **Die Vianini-Rohre.** Ergebnisse von Versuchen in den Jahren 1925 bis 1927. Zürich 1927, Selbstverlag. 35 S. m. Abb. Preis 5,50 Fr.

Der durchlaufende Träger. Herausgeg. von E. Mörsch. Stuttgart 1928, Konrad Wittwer. 242 S. m. 260 Abb. Preis 16 ℳ.

Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung. Von Willy Sichardt. Berlin 1928, Julius Springer. 89 S. m. 40 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 978. Bd.: **Baustoffverarbeitung und Baustellenprüfung des Betons.** Von A. Kleinlogel. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 106 S. m. 22 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 984. Bd.: **Die Baustoffe des Beton- und Eisenbetonbaues.** Von Otto Graf. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 102 S. m. 43 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 976. Bd.: **Der Betonstraßenbau.** Von W. Petry. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 112 S. m. 49 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. in Zürich, Bericht Nr. 20: **Ergebnisse vergleichender Prüfungen von schweizerischen und ausländischen Zementen entsprechend den schweizerischen Normen.** Basel 1927, G. Böhm. 58 S. m. Abb. Preis 7,50 Fr.

Neuzeitliche Einrichtungen zur Holzbearbeitung. Von A. Herrmann. Leipzig 1928, Max Jänecke. 244 S. m. 196 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Theorie der Wechselstromübertragung. (Fernleitung und Umspannung.) Von Hans Grünholz. Berlin 1928, Julius Springer. 222 S. m. 130 Abb. Preis 36,75 ℳ.

Sammlung Göschen, 982. Bd.: **Blitzschutz der Gebäude.** Von H. Klaiber. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 128 S. m. 39 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. 5. Bd. 2. Hälfte: Physik des Kosmos. Herausgeg. von August Kopff. Braunschweig 1928, Friedr. Vieweg & Sohn. 595 S. m. 139 Abb. Preis 39,50 ℳ.

Sammlung Göschen 243. Bd.: **Physikalische Aufgabensammlung.** Von G. Mahler. 3. Aufl. Von K. Mahler. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 136 S. Preis 1,50 ℳ.

Der sprechende Film. Von Dénes von Mihály. Berlin 1928, M. Krayn. 132 S. m. 99 Abb. Preis 12 ℳ.

Über die Bestimmung des Einpressungsdruckes von angesetzten Artilleriegeschossen. Dr.-Ing.-Dissertation von Ernst von Horstig. T. H. Braunschweig 1927. 91 S. m. 35 Abb. u. 3 Taf.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 31. MÄRZ 1928 Nr. 13

Leistungsversuche an einem Dieselmotor mit Büchischer Aufladung

Von Prof. Dr. A. Stodola, Zürich

Ein Viertakt-Dieselmotor der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik, der sonst 850 PS_e leisten würde, ergab bei Büchischer Aufladung mittels eines von Brown, Boveri & Cie. hergestellten Turbogebläses bei gleichbleibenden Verbrennungs- und Auspufftemperaturen eine Leistung von 1275 PS_e, die ohne merkliche Auspufftrübung auf 1652 PS_e erhöht werden konnte. Der Brennstoffverbrauch betrug bei Nennlast 177,6 g/PS, h bei 10 135 kcal/kg unterm Heizwert des Brennstoffes.

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur, hat im Verein mit der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden und Mannheim, den Bau von Dieselmotoren mit Aufladung nach dem Verfahren von Ing. Büchi aufgenommen. Dieses Verfahren besteht, auf den Viertakt angewendet, darin, daß die Auspuffgase mit einem geeigneten Überdruck eine Gasturbine beaufschlagen; diese treibt ein Turbogebläse an, das auf den Ladedruck verdichtete Luft den Saugventilen des Motors zuführt. Die auf diese Weise vergrößerte Lademenge erlaubt, eine entsprechend erhöhte Brennstoffmenge einzuspritzen und so die Leistung zu steigern, ohne daß erforderlich wäre, die Temperaturen und Drücke während der Verbrennung zu erhöhen. Dies ist wichtig wegen der Wärmespannungen und des Einflusses der an das Kühlwasser übergehenden Wärmemenge auf den Verlauf der Entspannung.

Thermodynamisch verläuft mithin der Arbeitsvorgang unter den gleichen Verhältnissen, wie im gewöhnlichen Dieselmotor, so daß er bei Entspannung auf 1 at den gleichen „inneren" (oder „indizierten") thermischen Wirkungsgrad ergeben müßte. Daß der Brennstoffverbrauch für 1 PS_eh trotz des höheren Gegendruckes, der die Entspannung begrenzt, nicht nur gleich, sondern sogar geringer ist, als beim gewöhnlichen Dieselmotor, liegt an der merklichen Erhöhung des mechanischen Wirkungsgrades. In der Tat bleiben die Zylinderdrücke, also auch die Gestängereibung gleich, und die Welle ist wegen der größeren Leistung und des volleren Indikatordiagrammes nur auf Verdrehung stärker beansprucht. Da jedoch der Durchmesser nur mit der dritten Wurzel des Drehmomentes wächst, genügt eine kleine Verstärkung der Welle. Vergleichshalber sei angeführt, daß der englische Lloyd für einen gewöhnlichen, einfach wirkenden Dieselmotor mit 6 Zylindern

$$d = \sqrt[3]{D^2\,(0{,}0895\,S + 0{,}056\,L)}$$

Abb. 5
Brown-Boveri-Turbine mit Aufladegebläse, geöffnet.

Abb. 4
Ansicht des Sechszylinder-Dieselmotors mit Aufladung durch Abgasturbine.

(D und S Zylinderdurchmesser und Hub, L Stützlänge zwischen den inneren Lagerkanten in engl. Zoll) vorschreibt. Diese Behörde soll für zwei Sechszylinder-Motoren mit Aufladung nach Büchi, die von der Maschinenfabrik „Werkspoor" in Amsterdam gebaut werden, einen Wellendurchmesser gutgeheißen haben, der, auf die Form obiger Gleichung gebracht, als

$$d = \sqrt[3]{D^2\,(0{,}097\,S + 0{,}054\,L)}$$

geschrieben werden kann, was bei $S = 1{,}76\,D$; $L = 1{,}33\,D$, z. B. für den gewöhnlichen Motor $d = 0{,}614\,D$, für den Motor mit Büchischer Aufladung $d = 0{,}620\,D$, also einen hinsichtlich der Lagerreibung vernachlässigbaren Unterschied ergibt.

Nach bisherigen Erfahrungen hängt die Reibungsarbeit nur von den Maschinenabmessungen ab und bleibt bei kleinen und großen Belastungen nahezu unverändert. Da nun die Nennleistung N_e durch die Büchische Aufladung bei gleichen Abmessungen bis um 50 vH erhöht

Abb. 1 bis 3
Sechszylinder-Viertakt-Dieselmotor der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik mit Abgasturbinen-Aufladung nach Büchi.

a Luftleitung
b Gebläse
c Luftleitung
d Saugventile
e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, f_1, f_2 Abgasleitungen
g Abgasturbine

wird, so steigt der ursprüngliche mechanische Wirkungsgrad η_m auf

$$\eta'_m = \frac{1,5\,N_e}{1,5\,N_e + N_r} = \frac{1,5}{1,5 + \dfrac{1-\eta_m}{\eta_m}} = \frac{1,5\,\eta_m}{1+0,5\,\eta_m}.$$

Dies liefert bei

$$\eta_m = 0,7 \quad \text{bis } 0,75$$

$$\eta'_m = 0,77 \quad ,, \quad 0,82\,,$$

also eine Zunahme um 7 bis 8 vH, was, wie die Rechnung lehrt, den Verlust durch den Gegendruck mehr als deckt.

Dieses von Büchi seit Jahren[1]) als zweckmäßig erkannte Verfahren hat er neuerdings dadurch wertvoll ergänzt, daß das Saugventil in einem geeigneten Zeitpunkt vor dem Ende des Auspuffhubes geöffnet und das Auslaßventil entsprechend später geschlossen wird, um das Durchspülen des Verdichtungsraumes mit der mit der Überdruck ankommenden Ladeluft zu ermöglichen. Hierdurch wurden folgende wichtige Vorteile erzielt:

1. Die an die Stelle der weggespülten Abgase tretende Frischluft vergrößert die Lademenge, also mittelbar die mögliche Leistung,
2. die Kolben- und die Deckeloberflächen, das Auspuffventil und sein Sitz werden durch den kalten Luftstrom abgekühlt, was die für 1 PS_eh ans Kühlwasser übergehende Wärme und die Wärmespannungen der meistgefährdeten Teile der Maschine vermindert[2]).

Bei Mehrzylinder-Maschinen verwendet Büchi für diese Spülung eine Einrichtung, die er im Schweizer Patent 122 664 beschreibt: Bei einer Viertaktmaschine mit 6 Zylindern folgen die Auspuffstöße z. B. in je 120° Kurbelwinkel aufeinander und erzeugen Druckschwellungen von der gleichen Periode. Ist eine einzige Auspuffleitung vorhanden, so müßte ein Zylinder durch seinen Auspuffstoß die Spülung eines benachbarten Zylinders stören, was vermieden werden muß. Überhaupt sollte die Spülung während der Zeit der stärksten Drucksenkung im Auspuffrohr erfolgen, damit der Ladedruck nicht zu hoch zu sein braucht. Diesen Forderungen wird man gerecht, indem man je drei Zylinder, deren Auspuffstöße um 240° voneinander abweichen, zu einer Gruppe zusammenfaßt und die Abgase durch zwei getrennte Auspuffrohre den entsprechend geteilten Beaufschlagungsbögen der Abgasturbine zuführt.

Wenn es auf diese Weise zweifellos gelingt, die gewünschten Mengen von Spülluft in den Totpunktraum der Zylinder zu pressen, so entsteht doch die Frage, ob die Beimengung der kalten Spülluft die Arbeitsfähigkeit der Abgasturbine nicht zu stark herabsetzt, d. h. ob die erforderliche Lademenge von der Abgasturbine auch wirklich gefördert werden kann. Ich habe daher gern die mir dargebotene Gelegenheit benutzt, an einem Sechszylindermotor in den Werkstätten der Schweizerischen Lokomotivfabrik nachzuprüfen, ob oder inwieweit die theoretischen Voraussagen des Konstrukteurs durch den Versuch bestätigt werden.

Beschreibung der Anlage

Abb. 1 bis 3 stellen Aufriß, Grundriß und Seitenansicht des Motors dar. Seine Hauptmaße sind:

Zyl.-Dmr.	560 mm
Kolbenhub	640 „
Mittlere Drehzahl	167 Uml./min
Kolbengeschwindigkeit	3,55 m/s
Zylinderzahl	6

[1]) Die ursprünglich auf eine Arbeitsteilung zwischen Dieselzylinder und Abgasturbine hinzielenden Patente Büchis gehen bis auf 1905 zurück.

[2]) Genaueres hierüber würde man durch eine Fourier-Zerlegung der Wärmebewegung in der Wand erfahren. Doch ist diese Untersuchung gerade für eine Viertaktmaschine ungemein umständlich, da man, um ein zuverlässiges Ergebnis zu erhalten, sehr viele Glieder der Fourier-Reihe berücksichtigen muß. Vergl. Eichelberg, Wärmebewegung in der Wandung der Brennkraft-Motoren. Forschungsarbeiten, herausgegeben vom V. d. I., Heft 263 (1923).

Abb. 6
Auslaßventil mit Spindeldichtung und gekühlter Spindelführung.

Abb. 7. Turbogebläse von Brown, Boveri & Cie.
l Lufteintritt s_1, s_2 Schiebergleitflächen *t* Turbinenrad v_1, v_2 Gebläseräder

Durch Leitung *a* tritt die Luft aus dem Gebläse *b* und wird durch Leitung *c* den Saugventilen *d* zugeführt. Die Abgase werden aus den drei Zylindern durch die Rohre e_1, e_2, e_3, und aus den andern durch die Rohre e_4, e_5, e_6 getrennt abgefangen und mittels der Leitungen f_1, f_2 zu zwei getrennten Beaufschlagseiten der Turbine *g* geleitet. Ein Kühler für die Ladeluft, den Büchi schon verwendet hat, wurde für die Versuche nicht benutzt.

Abb. 4 zeigt den Motor von der Turbinenseite her, Abb. 5 ist eine Ansicht der geöffneten Turbine mit Aufladegebläse.

Abb. 8
Versuchsergebnisse des Dieselmotors mit Aufladung.

a mittlerer indizierter Kolbendruck, p_i at
b Abgastemperatur vor der Turbine, °C
c mittlerer nutzbarer Kolbendruck, p_e at
d Abgastemperatur hinter der Turbine, °C
e Abgastemperatur hinter dem Auspuffventil °C
f mechanischer Wirkungsgrad, vH
g gesamter Brennstoffverbrauch, kg/h
h spezifischer Brennstoffverbrauch, g/PS$_e$h
i Drehzahl des Motors, Uml./min.
k $p_i - p_e$ at

Die Auslaßventile, Abb. 6, deren Spindel mittels kleiner selbstspannender Kolbenringe nach außen hin abgedichtet ist, haben eine gekühlte Spindelführung. Bei dem Turbogebläse, Abb. 7, ist *t* das Turbinenrad; v_1, v_2 sind die Gebläseräder, s_1, s_2 Schiebergleitflächen zum Einstellen und Abschließen der zwei Beaufschlagungshälften, *l* der Lufteintritt. Das zweite Gebläserad ist, wie ersichtlich, mit einem verstellbaren Diffusor versehen, der erlaubt, die Pumpgrenze je nach den Betriebserfordernissen zu beeinflussen. Die Stopfbüchse zwischen Turbine und Gebläse wird mit Wasser gekühlt.

Versuchseinrichtung

Die benutzten Thermo- und Manometer wurden im Maschinen-Laboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule, die übrigen Meßvorrichtungen an Ort und Stelle geeicht. Zur Bestimmung der Bremsleistung wurden zwei Wasserbremsen Froudescher und Junkersscher Bauart benutzt.

Abb. 9
Versuchsergebnisse des Gebläses mit Abgasturbine.

a gefördertes Luftgewicht, kg/h
b geförderte Luftmenge, m³/h
c Drehzahl von Turbine und Gebläse, Uml./min
d Druck hinter dem Gebläse, at abs
e mittlerer Druck vor der Turbine, at abs
f Lufttemperatur hinter dem Gebläse, °C

Zahlentafel 1

Ergebnisse der Hauptversuche an einem Viertakt-Dieselmotor mit Abgasturbinenaufladung

	Versuch Nr.	2	3	4	5	6	7
1	Barometerstand .... mm Q.-S.	716	716	716	717	717	717
2	Versuchsdauer .... min	60	60	50	80	80	20
3	Belastung (angenähert)	1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	4/3
	Dieselmotor						
4	Drehzahl .... Uml./min	168,60	167,64	168,72	169,35	170,15	167,50
5	Bremsbelastung Bremse I .... kg	328,20	627,44	1233,31	1833,06	2032,95	2218,73
6	desgl. Bremse II .... „	249,33	499,03	499,03	499,03	750,48	799,75
7	Hebellänge Bremse I .... m			2,1523			
8	desgl. „ II .... „			2,8628			
9	Bremsleistung Bremse I .... PS_e	166,410	316,099	624,889	932,900	1039,517	1116,844
10	desgl. „ II .... „	168,150	334,395	336,310	337,806	510,420	535,451
11	Gesamtbremsleistung N_e .... „	334,560	650,494	961,199	1270,706	1549,937	1652,301
12	Brennstoffverbrauch .... kg/h	79,93	122,92	172,55	225,68	279,54	304,31
13	desgl. .... g/PS_eh	238,91	188,96	179,52	177,60	180,35	184,17
14	Unterer Heizwert .... kcal/kg			10 135			
15	Mittlerer nutzbarer Kolbendruck .. at	1,89	3,70	5,435	7,16	8,67	9,39
16	„ ind. Kolbendruck .... „	3,62	5,46	7,14	8,90	10,54	11,20
17	Ind. Leistung N_i .... PS_i	648	961	1263	1586	1884	1970
18	Ind. Brennstoffverbrauch ..... g/PS_ih	123,5	128	136,7	142,2	148,3	154,5
19	Mechanischer Wirkungsgrad η_m .. vH	51,7	67,8	76,1	80,2	82,2	83,9
20	Thermischer Wirkungsgrad η_{th} ... „	26,11	33,02	34,75	35,13	34,59	33,88
21	Kühlwassertemperatur am Eintritt in Zylinder und Zylinderdeckel, Auspuffventil und Einblasekompressor .. °C	18,07	19,62	19,96	19,02	17,83	16,62
22	desgl. am Austritt aus Zylinder und Zylinderdeckel .... °C	27,39	31,74	33,53	42,87	47,14	48,88
23	Kühlwassermenge für Zylinder und Zylinderdeckel .... kg/h	15 110	15 200	15 600	12 620	12 800	12 870
24	Abgeführte Wärme .... kcal/h	149 000	189 500	211 500	301 000	373 000	415 000
25	Kühlwassertemperatur am Austritt aus den Auspuffventilen .... °C	27,35	34,01	36,99	45,75	51,32	51,09
26	Kühlwassermenge .... kg/h	1 090	1 085	1 067	1 015	1 029	1 037
27	Abgeführte Wärme .... kcal/h	10 490	16 070	18 300	27 150	34 300	35 800
28	Kühlwassertemperatur am Austritt aus dem Einblasekompressor .... °C	30,65	31,59	31,28	33,81	34,06	34,44
29	Kühlwassermenge .... kg/h	4 780	4 740	4 740	4 560	4 580	4 570
30	Abgeführte Wärme .... kcal/h	60 200	56 700	53 650	67 500	74 300	81 400
31	Kühlwassertemperatur am Eintritt in die Kolben .... °C	8,65	8,67	8,65	8,61	8,67	8,70
32	desgl. am Austritt aus den Kolben „	28,13	29,91	30,98	36,63	36,53	37,52
33	Kühlwassermenge .... kg/h	5 340	6 060	6 230	6 050	6 940	7 120
34	Abgeführte Wärme .... kcal/h	103 800	128 600	138 500	169 300	200 500	205 000
	Auspuffgasturbine						
35	Drehzahl .... Uml./min	2306	2979	3822	4793	5814	6178
36	Temperatur der Abgase hinter den Auspuffventilen des Motors .... °C	201,9	283,4	344,8	388,2	427,7	445,2
37	Temperatur der Abgase vor d. Turbine „	234,7	320,6	393,6	461,2	529,2	544,1
38	Druck der Abgase vor der Turbine at abs	1,050	1,088	1,149	1,226	1,336	1,389
39	Temperatur der Abgase hinter der Turbine .... °C	186,9	251,6	324,6	387,8	435,6	449,4
40	Druck d. Abgase hint. d. Turbine at abs	0,973	0,974	0,975	0,975	0,975	0,976
41	Molekulargewicht der Abgase . kg/Mol	28,9	28,9	28,95	28,95	29,0	29,0
42	Mittlere spez. Wärme der Abgase in der Turbine .... kcal/kg °C	0,247	0,249	0,252	0,255	0,258	0,259
43	Exponent der Adiabate	1,38	1,37	1,36	1,36	1,35	1,35
44	Temperatur der Abgase hinter d. Turbine (adiabatisch) .... °C	225	304	366	418	461	472
45	Adiabat. Gefälle in der Turbine kcal/kg	2,39	4,13	7,03	11,0	17,6	18,7
46	desgl. .... kcal/s	3,61	6,87	13,50	24,6	45,6	50,5
47	Verdrängter Hubraum d. Motors m³/h	4780	4750	4780	4810	4825	4750
48	Unterdruck hint. d. Meßdüse mm W.-S.	12,11	14,54	19,08	26,2	34,6	37,6
49	Temperatur vor der Meßdüse ...... °C	15,3	15,6	16,05	17,4	18,6	19,28
50	Fördermenge des Gebläses ...... m³/h	4630	5085	5830	6830	7880	8230
51	Fördergewicht des Gebläses ..... kg/h	5350	5870	6730	7825	9040	9430
52	Gesamtes Abgasgewicht .... „	5430	5993	6903	8051	9320	9734
	Gebläse						
53	Druck vor dem Gebläse .... at abs	0,9715	0,9708	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700
54	„ hint. „ „ ...... „	1,0044	1,0605	1,1391	1,2281	1,4100	1,4776
55	Wirkl. Temperatur hint. d. Gebläse °C	21,6	27,2	36,05	48,8	65,6	72,6
56	Adiabatische Temperatur hinter dem Gebläse .... °C	18,0	24,0	29,0	37,5	52,5	56,0
57	Adiabatisches Wärmegefälle im Gebläse kcal/kg	0,723	1,93	3,13	4,95	7,96	8,92
58	desgl. .... kcal/s	1,086	3,17	5,91	10,93	20,35	23,6
59	Verhältnis der adiabatischen Gefälle in Gebläse und Abgasturbine ..... vH	30,1	46,2	43,8	44,5	44,6	46,6
	Abgase						
60	CO_2 .... vH	3,65	5,1	6,1	7,0	7,9	8,1
61	O_2 .... „	16,0	14,4	12,6	11,5	10,6	10,35

Zahlentafel 1 (Fortsetzung)

	Versuch Nr.	2	3	4	5	6	7
62	CO . . . . . vH	—	—	—	—	—	—
63	Beschaffenheit des Auspuffes	unsichtbar					
	Wärme im Kühlwasser						
64	Zylinder und Zylinderdeckel kcal/PS$_e$h	446	291	219	237	250	251
65	Kolben . . . . . „	310	198	144	133,5	129,5	124
66	Auspuffventile . . . . . „	31	25	19	21	22	22
67	Einblasekompressor . . . . . „	58	28	18	17	16	16
68	Insgesamt . . . . . „	845	542	400	408,5	417,5	413
	Wärmebilanz						
69	im Brennstoff zugeführt . . . . . kcal/h	811 000	1 245 000	1 748 000	2 287 000	2 835 000	3 085 000
	„ vH	100	100	100	100	100	100
70	in der Nutzleistung N_e . . . . . kcal/h	211 500	411 000	608 000	804 000	979 000	1 045 000
	„ vH	26,1	33,0	34,8	35,15	34,5	33,9
71	im Kühlwasser von Zylinder u. Zylinderdeckel . . . . . kcal/h	149 000	189 500	211 500	301 000	373 000	415 000
	vH	18,4	15,2	12,1	13,2	13,2	13,5
72	im Kühlwasser der Kolben . . . . kcal/h	103 800	128 600	138 500	169 300	200 500	205 000
	vH	12,8	10,3	7,9	7,4	7,1	6,6
73	„ „ d. Auspuffventile kcal/h	10 490	16 070	18 300	27 150	34 300	35 800
	vH	1,3	1,3	1,0	1,2	1,2	1,2
74	„ „ des Einblasekompressors . . . . . kcal/h	60 200	56 700	53 650	67 500	74 300	81 400
	vH	7,4	4,6	3,1	2,95	2,6	2,6
75	in Abgasen u. Restglied . . . . . kcal/h	276 010	443 130	718 050	918 050	1 173 900	1 302 800
	vH	34,0	35,6	41,1	40,1	41,4	42,2

die Indikatoren stammen von Maihak. Die angesaugte Luftmenge wurde durch den Unterdruck hinter einer an das Eintrittsende der Saugleitung angeschlossenen Normaldüse gemessen, deren Angaben nach den VdI-Regeln für Leistungsversuche an Kompressoren ausgewertet wurden. Der Brennstoff wurde gewogen. Er war Rohöl mit nachfolgender von der Eidgen. Prüfanstalt für Brennstoffe ermittelter Beschaffenheit:

Kohlenstoff	86,50 vH
Wasserstoff	12,99 „
Sauerstoff und Stickstoff	0,21 „
Schwefel	0,30 „
Wasser und Asche . .	0,00 „
	100,0 vH

Raumgewicht . . . . . 0,851 kg/l bei 15°
Flammpunkt im offenen Tiegel 85°; Brennpunkt 101°; asphaltfrei
Zähigkeit bei 20° 1,3, bei 75° 1,0 Englergrade

Oberer Heizwert . . . . 10 835 kcal/kg
Unterer „ . . . . 10 135 „

Abb. 10
Wärmeverteilung in kcal und kcal/Ps$_e$h.

a in Zylindern und Zylinderdeckeln abgeführt, kcal/PS$_e$h
b in den Kolben abgeführt, kcal/PS$_e$h
c im Brennstoff zugeführt, kcal/h
d in den Auspuffventilgehäusen abgeführt, kcal/PS$_e$h
e mech. Reibung und Einblasepumpe, kcal/h (als Restglied)
f Wärmeinhalt der Abgase, kcal/h
g Auspuffventilgehäuse, kcal/h
h Kolbenkühlwasser, kcal/h
i Kühlwasser der Zylinder und Zylinderdeckel, kcal/h
k Wärmewert der Nutzleistung, kcal/h

Abb. 11
Wärmeverteilung in vH.

a zugeführte Wärme
b mech. Reibung und Einblasepumpe (als Restglied)
c Abgase
d Auspuffventilgehäuse-Kühlwasser
e Kolbenkühlwasser
f Zylinder- und Zylinderdeckel-Kühlwasser
g Nutzleistung

Abb. 12
Diagramm mit Aufladung.

Abb. 13
Schwachfederdiagramm zu Abb. 12.

Abb. 14
Druck der Abgase vor der Turbine, abhängig vom Kolbenhub.

Die Versuchsergebnisse und ihre Auswertung

Der wichtigste Teil der Beobachtungen ist in Zahlentafel 1 und in Abb. 8 bis 11 dargestellt. Die Belastung wurde in den üblichen Stufen von ¼ auf ½, ¾, $^4/_4$ bis zu 30 vH Überlast gesteigert.

Abb. 12 zeigt ein Indikatordiagramm für Nennlast mit $p_i = 9{,}02$ at, Abb. 13 ein dazugehöriges Schwachfederdiagramm, Abb. 14 den Druckverlauf der Abgase vor der Turbine in Abhängigkeit vom Kolbenhub, Abb. 15 das gleiche in Abhängigkeit von der Zeit (für die hinteren drei Zylinder), Abb. 16 ein Überlastdiagramm mit $p_i = 11{,}8$ at. Der mittlere Verdichtungsdruck bei $^4/_4$-Last mit Aufladung beträgt 34,6 at abs, bei ¾-Last, ohne Aufladung, 27,9 at abs. Die mittleren nutzbaren Kolbendrücke p_e stiegen bei $^4/_4$-Last auf 7,16, bei 1,3facher Überlast auf 9,39 at; die mittleren indizierten Kolbendrücke p_i auf 8,9 und 11,2 at. Bei Schiffsdieselmaschinen üblicher Bauart rechnet man für die Nennleistung mit $p_e = 4{,}5$ bis 4,8 at. Die Büchische Aufladung erlaubt demnach, die Nennleistung des gewöhnlichen Dieselmotors um 50 bis 60 vH zu erhöhen; die 1,3fache Überlastung aber entspricht sogar einer Steigerung um 88 bis 100 vH. Diese außergewöhnliche Elastizität der Maschine ist darin begründet, daß die Abgasturbine infolge der wachsenden Abgasdrücke selbsttätig eine höhere Drehzahl annimmt und bei erhöhtem Ladedruck eine reichlich höhere Luftmenge liefert, als bei Nennlast. So ist die Verbrennung stets vollkommen, und der Auspuff läßt auch bei 1,3facher Überlast mit freiem Auge keine Trübung erkennen.

Der Brennstoffverbrauch betrug bei Nennlast 177,6 g/PS$_e$h, bei 10 135 kcal/kg unterem Heizwert des Brennstoffs, während ähnliche Motoren der Erbauerin ohne Aufladung rd. 185 g/PS$_e$h verbrauchen. Die Aufladung hat somit den Brennstoffverbrauch um 4 vH verringert, dank der gleichzeitigen Erhöhung des mechanischen Wirkungsgrades von 72 vH für den gewöhnlichen Dieselmotor bei der Nennleistung auf 80,2 vH.

Auffällig ist, daß die ins Kühlwasser übergehende Wärmemenge bei $^4/_4$-Last nur 408,5 kcal/PS$_e$h beträgt. Zu einem Maß für den Wärmeübergang gelangen wir, wenn wir z. B. für die Kolbenkühlung annehmen, daß die gesamte Wärme im Kolbenkühlwasser durch den Kolbenboden übergeht. Für $^4/_4$-Last ergibt sich dann der Wärmeübergang mit

$$Q_1 = \frac{133{,}5 \text{ kcal/PS}_e\text{h} \cdot 1270{,}7 \text{ PS}_e}{1{,}478 \text{ m}^2} = 114\,700 \text{ kcal/m}^2\text{ h}\,.$$

Der Mittelwert des Wärmedurchganges für die von Feuergasen berührte innere Zylinderfläche beträgt sogar nur 74 000 kcal/m² h. Dies sind Werte, die bei gewöhnlichen Viertakt-Dieselmotoren nicht unerheblich überschritten werden[3]). Beim Zweitakt ist der Wärmedurchgang naturgemäß größer.

Bei der Neuheit des Aufladebetriebes schien eine wissenschaftliche Deutung der Vorgänge erwünscht. Dazu hätten freilich viel verwickeltere Meßvorrichtungen eingebaut werden müssen, als bei einem Fabrikversuch zur Verfügung gestellt werden können. Doch geben die nachträglichen Versuche, Zahlentafel 2, bei denen der Motor bei ¾-Last mit und ohne Turbogebläse betrieben wurde, wertvolle Aufschlüsse. Der Motor sog bei Betrieb ohne Gebläse die Luft mit dem entsprechenden kleinen Unterdruck durch die Meßdüse und das ruhende Gebläse an.

Da man beim Betrieb mit Aufladung den Verdichtungsraum des Zylinders vergrößern mußte, um gleichen Verdichtungsdruck wie beim Betrieb ohne Aufladung zu erhalten, so war der Verdichtungsdruck bei den Ver-

[3]) So hat Hottinger, Z. Bd. 54 (1911) S. 673, an einem Motor von ähnlicher Drehzahl aber mit ungekühltem Kolben bei 187 g/PS$_e$h Brennstoffverbrauch 28,7 vH der Brennstoffwärme im Kühlwasser gemessen, was einem Wärmedurchgang von 536 kcal/PS$_e$h entspricht.

Abb. 16
Überlastdiagramm mit Aufladung.

Abb. 15
Druck der Abgabe vor der Turbine, abhängig von der Zeit.

suchen ohne Aufladung kleiner als üblich, und man kann den Brennstoffverbrauch nicht mit dem des gewöhnlichen Motors vergleichen. Der Versuch diente im wesentlichen zur Bestimmung der im Zylinder enthaltenen Lademenge. Außerdem beweist er, wie leicht man von der Aufladung zum selbsttätigen Saugen und wieder zur Aufladung übergehen kann, ohne den Betrieb zu unterbrechen. Abb. 17 zeigt den Anlauf der noch nicht vollkommen zum Stehen gebrachten Turbine bei plötzlicher Beaufschlagung mit Abgas. Der Beharrungszustand wird bei ¾-Last, wie ersichtlich, in 3 min erreicht.

Ferner wurde nachträglich die Niederdruckseite des Einblaseluft-Kompressors mit einer Indiziervorrichtung versehen und aus einem Sonderversuch mit gleichen Verhältnissen wie beim 4/4-Last-Versuch die Einblaseluftmenge aus dem Indikatordiagramm berechnet. Durch den Versuch ohne Aufladung ist die Ladung der Zylinder während des Saughubes und mit der vorhin bestimmten Einblasemenge auch die Ladung am Ende der Einblasung bekannt. Der Zustand des zu Beginn des Saugens im Zylinder enthaltenen Abgasrückstandes kann aus einem vorläufigen Entropiediagramm durch Verlängerung der Entspannungslinie auf den Saugdruck, unter Berücksichtigung der Abkühlung genügend genau geschätzt werden. Das Gewicht des Rückstandes läßt sich dann aus Rauminhalt und Raumgewicht ermitteln.

Zahlentafel 2
Nachträgliche Versuche mit und ohne Aufladung.

	Versuch Nr.	1	8	9
1	Versuchsdauer .... min	30	15	15
2	Belastung (angenähert)	1/12	3/4	3/4
	Dieselmotor	mit Aufladung		ohne Aufladung
3	Drehzahl ....Uml./min	173,00	168,0	167,11
4	Bremsbelastung, Bremse I kg	130,43	1328,84	1332,66
5	„ „ II „	48,5	349,38	349,38
6	Hebellänge, Bremse I ... m		2,1523	
7	„ „ II ... „		2,8628	
8	Bremsleistung, Bremse I PS_e	67,810	670,896	669,260
9	„ „ II „	33,538	234,619	233,376
10	„ insgesamt „	101,348	905,515	902,636
11	Brennstoffverbrauch ... kg/h	55,8	165,03	172,48
12	desgl. .... g/PS_eh	550,58	182,25	191,08
13	Unt. Heizwert d. Brennstoffes kcal/kg		10 135	
14	Mittl. nutzb. Kolbendruck at	0,54	5,14	5,15
15	„ indiz. Kolbendruck „	1,995	6,88	6,68
16	Indiz. Leistung N_i ...... PS_i	363	1212	(1172)
17	„ Brennstoffverbrauch g/PS_ih	153,8	136,2	(147,1)
18	Mechan. Wirkungsgrad η vH	27,9	74,8	(77,0)
19	therm. Wirkungsgrad η_{th} „	11,35	34,23	(32,65)
20	Gesamtgewicht d. Ladung kg/h	5310	6890	4960
21	Druck hint. d. Gebläse at/abs	1,00	1,123	0,952
22	Temp. hint. d. Gebläse .. °C	24,9	36,4	(21,6)
23	Barometerstand .... mm/Q-S.	717	717	717

Bestimmung der Lademenge: Wir bezeichnen mit:

G_o das während des Saughubes ohne Aufladung in einen Zylinder einströmende Luftgemisch
G_r das Gemisch des Rückstandes
p_o den Außendruck
p_s den Enddruck des Saughubes
$\overline{p}_s$ den Mittelwert des Saugdruckes
V_h den Hubraum
V_t den Gesamtinhalt der Zylinder
$L_s = V_h \overline{p}_s$ die absolute Saugarbeit
Q_s die während des Saugens aus der Zylinder- und Rohrwand in die Ladung dringende Wärme
U_o, U_r, U_s die entsprechenden gesamten inneren Energien.

Der Energiesatz liefert die Gleichung

$$U_o + U_1 + A p_o V + U_r + Q_s = A L_s + U_1 + U_s.$$

Die im Saugrohr vorhandene Energie U_1, die am Anfang und am Ende jedes Zeitabschnitts gleich groß ist, hebt sich weg. Ferner sind

$$U_o + A p_o V_o = G_o (U_o + A p_o V_o) = G_o i_o;$$
$$U_r = G_r u_r;$$
$$U_s = (G_o + G_r) u_s.$$

Also lautet die Energiegleichung

$$G_o i_o + G_r u_r + Q_s = A L_s + (G_o + G_r) c_v T_s \qquad (1).$$

Die Gasgleichung, auf das Ende des Saughubes angewendet, liefert:

$$(G_r + G_o) v_s = (G_r + G_o) \frac{R T_s}{p_s} = V_t \qquad (2).$$

Alle Größen, bis auf T_s und Q_s sind durch den Versuch bestimmt; man kann somit T_s aus Gl. (2) und Q_s aus Gl. (1) berechnen.

Nun betrachten wir den Betrieb mit Aufladung und bezeichnen die entsprechenden Größen wie oben, jedoch mit einem Strich. Dabei bedeutet indes p_o' den absoluten Druck unmittelbar hinter dem Gebläse. (Die Reibung in der Saugleitung kommt in dem Unterschied zwischen p_o' und p_s' zum Ausdruck). Ferner bedeutet V_h' den Raum, den der Kolben bestreicht, nachdem die Spülung beendet ist, und $\overline{p}_s'$ bezieht sich auf den Kolbenweg vom Schluß des Spülens bis zum Totpunkt. Man erhält dann als Energiegleichung für den Betrieb mit Aufladung

$$G_o' i_o' + G_r' u_r' + Q_s' = A L_s' + (G_o' + G_r') u_s' \quad . . (3).$$

4000 Uml./min
3000
2000
1000
0 1/2 1 1 1/2 2 2 1/2 min 3
RZ 1216 Z 17

Abb. 17
Drehzahlsteigerung der Turbine bei plötzlicher Beaufschlagung.

Hierin stellt G_r' das im Zylinder enthaltene Gewicht bei Abschluß des Spülens dar. Sein Druck ist aus dem Indikatordiagramm bekannt; die Temperatur wird infolge der Wärmeaufnahme aus Deckel und Kolben etwas höher als die Temperatur der Spülluft vor dem Zylinder. In erster Näherung kann man die beiden einander gleichsetzen.

Die Gasgleichung lautet:

$$(G_o' + G_r') v_s' = (G_o' + G_r') \frac{R T_s'}{p_s'} = V_t' \quad . . (4).$$

Die Unbekannten in Gl. (3) und (4) sind $G_o' T_s' Q_s'$. Infolge der Durchspülung des Verdichtungsraumes ist Q_s' jedenfalls kleiner als Q_s. Seine wahre Größe ergibt die Überlegung, daß, wie erwähnt, der bei der Aufladung zurückbleibende Rückstand fast genau die Temperatur der Ladeluft annimmt. Wenn die Rechnung am Ende des Saughubes eine Temperaturerhöhung ergibt, so kann diese nur von der Wandwärme Q_s' herrühren. Da die Rechnung zu verwickelt würde, führt man diese Bedingung nicht in die Grundgleichung ein, sondern nimmt Q_s' versuchsweise an und ändert es so lange, bis sich die richtige Temperaturerhöhung ergibt.

Abb. 18
Entropiediagramme.
A Viertakt-Auflademotor; $p_i = 8{,}90$ at, $p_e = 7{,}16$ at
B gewöhnlicher Viertakt-Dieselmotor; $p_i = 6{,}70$ at, $p_e = 4{,}88$ at

Abb. 19
Entropiediagramm eines Viertakt-Auflademotors bei Betrieb ohne Turbine.
$p_i = 6{,}68$ at, $p_e = 5{,}15$ at

Da $$G_r' = V_r' \gamma_r' = V_r' \frac{p_r'}{R\,T_r'},$$

so erhält man als Gesamtladung am Ende des Saugens

$$G_s' = G_o' + G_r' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5).$$

Ist G_t' die gemessene Gesamtmenge (in der die Einblasemenge G_e' eingeschlossen ist, da der Kompressor aus der Gebläsedruckleitung saugt), so ist die Durchspülmenge

$$G_{sp} = G_t' - (G_s' + G_e') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Die Zahlenrechnung ergibt zunächst als Einblasemenge bei $^4/_4$-Last 6,1 vH der ganzen Lademenge; diese Verhältniszahl wurde auch für ¾-Last beibehalten. Die Temperatur des Ladegemisches am Ende des Saughubes beträgt bei Betrieb ohne Aufladung 337 ° abs oder 64 °C. Die in Q_s enthaltene durch die Saugrohrwand dringende Wärme ist, wie eine Überschlagsrechnung zeigt, vernachlässigbar klein. Die gesamte Erhöhung der Gemischtemperatur beträgt 32,2 °.

Arbeitet man mit Aufladung, so ergibt

$$Q_s' = 0{,}5\, Q_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

eine Temperaturerhöhung um 14,4 ° und $T_s' = 336$ ° abs.

Da die Temperatur hinter dem Gebläse 322 ° abs beträgt, so stimmt der Unterschied 336 — 322 = 14 ° mit der inneren Temperaturerhöhung überein; Gl. (7) ist also die richtige Lösung der Aufgabe.

Nachdem die Gewichte bestimmt sind, kann man aus dem mittleren Indikatordiagramm eines Versuches in jedem Punkt der Verdichtungs- und der Entspannungslinie Druck und Rauminhalt, d. h. mit der Gasgleichung die Temperatur ermitteln. Mit Hilfe der Brennstoff- und der Gasanalyse berechnet man den Inhalt der Abgase an zweiatomigen Gasen, Wasserdampf und Kohlensäure, und kann nun das Entropiediagramm[4]) entwerfen. Dies ist in

Abb. 20
Indikatordiagramm eines gewöhnlichen Viertakt-Dieselmotors.

Abb. 18 für $^4/_4$-Last mit Aufladung und in Abb. 19 für ¾-Last ohne Aufladung geschehen; außerdem wurde unter Annahme der gleichen Saugtemperaturerhöhung, wie in Abb. 19, das Entropiediagramm eines gewöhnlichen Viertakt-Dieselmotors in Abb. 18 eingetragen, dessen der Praxis entnommenes Indikatordiagramm in Abb. 20 veranschaulicht ist.

Die Höchsttemperaturen bleiben, wie ersichtlich, unter denen des gewöhnlichen Dieselmotors, woraus das gleiche auch für die Wärmespannungen folgt. Ferner wird der Betrag der Wärme, die von der Wand an das Gas während des Saugens übergeht, eigentümlich beleuchtet. Unter sonst gleichen Umständen (d. h. Temperatur, Flächengröße, Zeit) ist nämlich die übergehende Wärmemenge dem Raumgewicht verhältnisgleich; sie müßte also (wieder unter sonst gleichen Umständen), wenn mit Aufladung gearbeitet wird, um etwa 30 vH größer sein. Darin, daß sie erheblich unter die Wärmemenge ohne Aufladung sinkt, kommt der Einfluß des Spülens in durchschlagender Weise zum Ausdruck.

Motor und Abgasgebläse verhielten sich während der Versuche einwandfrei. Obschon die Temperatur vor der Turbine bis auf 540 ° steigt, wird keine künstliche Kühlung der Rohrleitung oder des Turbinengehäuses angewendet. Der Überdruck ist so klein und die Außenschicht der Wand wird durch Wärmeabgabe an die Umgebung so weit abgekühlt, daß ihre Wärmebeanspruchung hinsichtlich der Festigkeit zu keinen Bedenken Anlaß gibt.

Beim Überblick der Ergebnisse verdienen, zusammengefaßt, folgende Tatsachen hervorgehoben zu werden:

1. Durch die Aufladung nach dem Verfahren von Büchi wird die Leistung des gewöhnlichen Viertakt-Dieselmotors für mittlere Leistung um 50 vH, die Höchstleistung um 100 vH erhöht.

2. Dabei sind die Temperaturen der Verbrennung und des Auspuffs ebenso hoch oder sogar niedriger als bei der gewöhnlichen Arbeitsweise.

3. Der Brennstoffverbrauch für die Einheit der Zeit und der Leistung ist niedriger, ebenso die ans Kühlwasser übergehende Wärmemenge. Die Kühlwasserwärme beträgt bei $^4/_4$-Last 114 700 kcal in der Stunde und auf 1 m² der Kolbenbodenfläche und muß für die vorliegende Motorgröße als niedrig bezeichnet werden. [B 1216]

[4]) Vergl. Stodola, Dampf- und Gasturbinen 6. Aufl. S. 974.

Technik, Erfindung, Forschung und Technische Hochschule

Von Prof. Dr.-Ing. A. Nägel, Dresden

Am 4. Juni 1928 wird die Sächsische Technische Hochschule in Dresden ihr 100 jähriges Jubiläum feiern. Am 30. November wird man anläßlich des 100. Geburtstages Zeuners dieses großen Lehrers der Dresdner Hochschule wohl gedenken.

Zum Rektor des Jubiläumsjahres wurde Prof. Dr. Nägel gewählt. Die inhaltreichen Ausführungen, mit denen der neugewählte Rektor am 29. Februar 1928 sein Amtsjahr einleitete und die wir im Auszuge hier wiedergeben, halten wir für die Entwicklung unsrer Technik für hochbedeutsam. Wir wünschten, daß die hierin enthaltenen Gedanken in weitesten Kreisen Beachtung fänden.

Die Schriftleitung.

Technik und Hochschule

Die Nähe der Jahrhundertfeier unsrer Dresdner Hochschule lenkt unsre Gedanken auf die Beziehungen, in denen sie im ersten Jahrhundert ihres Bestandes auf ihren verschiedenen Betätigungsfeldern zur ausübenden Technik gestanden hat, für deren Erhaltung und Förderung sie begründet wurde. Diese Beziehungen sind mehrfacher Art, von der ich einige wenige Beispiele berühren will. Sie sind — was ich vorausschicke — fraglos durch eine stetig wachsende Verbundenheit gekennzeichnet.

Es ist nicht zu leugnen, daß noch vor nicht sehr langer Zeit die Technischen Hochschulen hauptsächlich für die fachliche Ausbildung der Anwärter des Staatsdienstes bestimmt waren und daher in ihren Lehrgebieten und Lehrzielen mehr oder weniger auf die Erfordernisse des Staatsbeamten Rücksicht nahmen. In manchen Einrichtungen lassen sich die Spuren dieser früheren, engeren Einstellung der Technischen Hochschule bis auf den heutigen Tag verfolgen. Die auf privatrechtlicher Grundlage betriebene Technik dagegen sperrte sich im In- und Ausland geflissentlich gegen den Zustrom wissenschaftlich geschulter Kräfte ab und überließ ihre eigene Entwicklung vorzugsweise der praktischen Erfahrung und der Routine.

Im Einklang mit diesem engen Bereich, der der beruflichen Anstellung des wissenschaftlich ausgebildeten Ingenieurs gezogen war, stand die Frequenzziffer der Technischen Hochschulen, die in den achtziger Jahren etwa ein Dreißigstel bis ein Zwanzigstel der heutigen Zahlen aufweist.

Der zu erwartende industrielle Fortschritt vollzog sich demnach früher im gemäßigten Tempo der handwerklichen Entwicklung, die den trügerischen Vorzug hatte, sprunghafte Schritte zu vermeiden und daher auch keine erheblichen Ansprüche an die Kapitalkraft und den Wagemut des Unternehmers zu stellen. Die „Meisterwirtschaft", wie man diesen Zustand der technischen Führung eines Industrieunternehmens bezeichnet hat, ist wohl am ehesten in der chemischen Großindustrie aufgegeben worden, während der Maschinenbau erst in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts auf breiterer Linie begann, die technische Leitung seiner Werkstätten und die Fortentwicklung der Konstruktion in die Hände wissenschaftlich ausgebildeter Ingenieure zu legen. In vielen Zweigen des Eisenhüttenwesens hat sich noch viel länger die Meinung aufrecht erhalten, daß der Akademiker — außer in einigen wenigen höheren Stellungen — ein Luxusgegenstand des Werkes sei. Hier haben eigentlich erst die letzten Jahrzehnte und vor allem die Zeit des Krieges mit ihren Erfahrungen und Folgeerscheinungen eine entschiedene Wendung ausgelöst, durch die der wissenschaftlichen Schulung eine wesentlich weitere Auswirkung auf die Erzeugungsvorgänge eröffnet wurde.

Kennzeichnend für Europa im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten ist die Beobachtung, daß ganze große Gruppen unsrer industriellen Unternehmungen sich heute noch gegen das Eindringen technisch-wissenschaftlicher Erkenntnis wehren und daß auch der Ingenieur in den europäischen Ländern sich sträubt, in diesen Unternehmungen sein Wissen und Können beruflich zu verwerten. Hierzu gehören vorzugsweise solche Fabriken, die der Herstellung des täglichen Hausbedarfs dienen, die Bekleidungsindustrie, die Möbel- und Holzwarenfabriken, keramische Fabriken, Glashütten, Werke der Nahrungsmittelindustrie usw., kurz die sogenannten verarbeitenden Industrien.

Daß diese Industriezweige von wissenschaftlich geschulten Kräften nicht begehrt werden, hat seinen Grund in erster Linie wohl darin, daß unsre jungen Ingenieure bei ihrem ersten Schritt ins berufliche Leben sich mit Vorliebe Stellungen aussuchen, deren Aufgabenkreis in unmittelbarer Berührung steht oder sich vollkommen deckt mit der Materie, die den Gegenstand des Studiums gebildet hat. Der junge Ingenieur vergißt ganz oder beachtet zu wenig, daß der Hochschulunterricht in den einzelnen Fachrichtungen neben der naturwissenschaftlichen und mathematischen Grundlage nur eine ganz eng begrenzte Auswahl aus der Fülle des Anwendungsstoffes herausgreifen kann.

Diese Auswahl darf sich nicht ohne weiteres nach dem Gesichtspunkte richten, der durch Häufigkeit des Vorkommens oder durch die wirtschaftliche Bedeutung des Anwendungsstoffes gekennzeichnet ist. Vielmehr muß sie in erster Linie nach der Eignung des Stoffes zur lehrhaften Vermittlung der beherrschenden, allgemeineren technischen Grundgesetze getroffen werden. Hierdurch erscheint es gerechtfertigt und sogar notwendig, in den akademischen Unterricht auch Anwendungsbeispiele einzubeziehen, die auf dem Schauplatze des industriellen Schaffens im wirtschaftlichen Kampf in den Hintergrund gerückt und vielleicht sogar im Begriffe sind, in die Reihe der Museumsobjekte eingerechnet zu werden. Entscheidend ist, ob auf ihre Entwicklung ein so gewaltiges Maß geistiger Schöpferkraft verwandt wurde, daß der akademische Unterricht an der Hand dieses Lehrstoffes für die Entwicklung allgemein gültiger Zusammenhänge und Grundlehren erfolgreicher und in sich geschlossener gestaltet werden kann als unter Anlehnung an vielleicht modernere oder wirtschaftlich bedeutungsvollere Beispiele.

Diese sind — eben wegen der Jugendlichkeit ihrer Entwicklung — in bezug auf ihren lehrhaften Inhalt gegebenenfalls weit weniger ergiebig und dürfen daher im Aufbau des Unterrichts nur als die letzten Glieder einer zumeist mühe- und enttäuschungsvollen, dafür aber um so lehrreicheren Entwicklungskette erscheinen. Dagegen gehören die geistigen und auch die wirtschaftlichen Triebkräfte, die die einzelnen Stufen einer solchen Entwicklung bedingt haben, gemeinsam mit dem methodischen Nachempfinden der angewandten Denkvorgänge zum Kernstück des Unterrichts.

Während die Auswahl des Stoffes, an dessen Hand der akademische Unterricht auf dem Gebiete der Technik durchzuführen ist, noch vor vierzig oder dreißig Jahren keinerlei besondere Erörterungen veranlaßte, da die Gegebenheiten der Technik im Rahmen eines normalen Studiums zwanglos Raum fanden, ist diese Frage heute in den Brennpunkt gerückt, von dem die Beziehungen zwischen Technik und Technischer Hochschule ausstrahlen. Einige Jahre vor dem Kriege hatte der neugegründete Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen zu einer durch umfangreiche Referate glänzend vorbereiteten Tagung nach Berlin eingeladen, die von führenden Persönlichkeiten der Industrie, von Vertretern der Kultusministerien und von Hochschullehrern beschickt war und erstmalig das aufkeimende Problem der stofflichen Auswahl für den Un-

terricht an den Technischen Hochschulen behandelte. Inzwischen hat sich dieses Problem erneut in den Vordergrund gedrängt, so daß der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine den Beschluß gefaßt hat, für den Herbst dieses Jahres eine zweite Tagung nach Dresden einzuberufen.

Das gesteigerte Interesse, das die Männer des industriellen Schaffens dem Ausbau der Technischen Hochschulen entgegenbringen, wird von diesen dankbar begrüßt. Es muß anerkannt werden, daß das Studium der Technik einer zeitlichen Entlastung bedarf, um die studienplanmäßige Bindung des Studenten vom Morgen bis zum Abend aufzulockern. Die hierdurch gewonnene Zeit ist keineswegs für Mußestunden verfügbar, sondern soll der dringend notwendigen wissenschaftlichen Vertiefung durch selbständige Arbeit, der Beschäftigung mit mehr und mehr aufzuschließenden Grenzgebieten und schließlich auch mit Geistesgütern dienen, die den harmonischen Ausgleich zwischen den Unerbittlichkeiten des Berufsziels und den individuellen Lieblingsneigungen bezwecken.

Es ist außerordentlich schwer und verantwortlich, für eine solche Entlastung des Studiums die zutreffende Formel zu finden. Nach meiner Überzeugung müssen die Technischen Hochschulen, um ihrer Bestimmung weiterhin gerecht zu werden, sich vor jeder solchen Vermehrung ihres Lehrstoffes schützen, mit der nur dem Bedürfnis eines neuen praktischen Anwendungsgebietes geläufiger technischer Gedankengänge genügt, aber kein neuartiges wissenschaftliches Motiv, keine neuartige Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als Bereicherung des wissenschaftlichen Lehrumfangs der Hochschule gewonnen werden würde. Die hiermit geforderte Selbstbeschränkung der Technischen Hochschulen führt für alle technischen Lehrgebiete, auf die allein ich meine Betrachtung erstrecke, zur gewissenhaften Prüfung der Frage, ob die Hochschule mit allen ihren Mitteln oder ob die Schule der Praxis die rationellere und erfolgreichere Lehrmeisterin des betreffenden Lehrgebietes ist.

Unter diesem Gesichtspunkte müßten all die Lehrgebiete, deren Behandlung an die Schlußfolge naturgesetzlicher Zusammenhänge gebunden ist und aus diesem Grunde das Experiment oder die mathematische Deduktion zu Hilfe nehmen muß, im Rahmen des technischen Unterrichts an bevorzugter Stelle stehen. Dies rechtfertigt sich dadurch, daß das menschliche Gehirn in vorgeschritteneren Lebensjahren für die schöpferische und kritische Verknüpfung von tatsächlichen Beobachtungen mit allgemeinen Grundgesetzen es an ausreichender Aufnahmefähigkeit fehlen läßt, wenn nicht die Jugend mit ihrer beneidenswerten Erfassungsfähigkeit diese Gedankenkombinationen geübt und sich dadurch für Lebenszeit das Werkzeug dieser Denkfunktion geschärft hat.

Mit diesen Ausführungen habe ich eine wichtige Beziehung zwischen Technik und Technischer Hochschule aufgezeigt, an die ich noch einen zweiten, beide verbindenden Begriff anschließen möchte, der durch die

Erfindung

gekennzeichnet ist. Diese ist fraglos für die Technik an sich, wie für ihre Lehrstätte von so großer Bedeutung, daß es sich lohnt, die Wechselbeziehungen klarzustellen, die das Wesen der Erfindung zwischen Technik und Technischer Hochschule auslöst. Ich will die Meinung an die Spitze stellen, die weit verbreitet ist und den Technischen Hochschulen die Aufgabe zuschreibt, das Erfinden mit seinen verlockenden Folgeerscheinungen planmäßig zu lehren und die wissenschaftlichen Institute für erfinderische Zwecke anzusetzen.

Um zu dieser Meinung Stellung zu nehmen, will ich mich des Erfindungsbegriffes nur in dem Sinne bedienen, wie er in Anlehnung an große bahnbrechende Schöpfungen des menschlichen Geistes in unserm Sprachgefühl lebendig ist. Als Hermann von Helmholtz im Jahre 1891 an seinem 70. Geburtstag in zahlreichen Ansprachen wegen der von ihm gefundenen Lösung mathematisch-physikalischer Probleme gefeiert wurde, antwortete er mit einer trefflichen Darstellung der Denkoperationen, die ihn zum Ziele führten. Er sagte u. a.:

„Ich mußte mich vergleichen einem Bergsteiger, der, ohne den Weg zu kennen, langsam und mühselig hinaufklimmt, oft umkehren muß, weil er nicht weiter kann, bald durch Überlegung, bald durch Zufall neue Wegspuren entdeckt, die ihn wieder ein Stück vorwärtsleiten, und endlich, wenn er sein Ziel erreicht, zu seiner Beschämung einen königlichen Weg findet, auf dem er hätte herauffahren können, wenn er gescheit genug gewesen wäre, den richtigen Anfang zu finden."

Diese Worte Helmholtz' enthalten die wohl bei allen großen Erfindungen immer wiederkehrende Tatsache, daß diese für jeden, der mit der Materie vertraut ist, der der Erfindungsgegenstand zugehört, das Merkmal überraschender Einfachheit, man möchte oft sagen, vollkommener Selbstverständlichkeit tragen. Dieses Merkmal ist gerade bei den größten Erfindungen so hervorstechend, daß man versucht sein könnte, die Größe und den zu erwartenden Wert einer Erfindung an der überzeugenden Einfachheit zu messen, mit der sich rückwärtsschauend die gedankliche Brücke vom bisher Bekannten zum erfinderischen Neuland spannt.

Diese Einfachheit und Selbstverständlichkeit, die jeder erfinderischen Großtat innewohnt, läßt diese nicht lediglich als den Erfolg eines tiefgründigen Wissens und auch nicht nur als das Produkt einer planmäßigen Forschung und zielstrebigen Gehirnarbeit erscheinen. Es muß noch eine andersgeartete Triebkraft des menschlichen Denkvermögens wirksam werden, um die wissenschaftlich begründeten Gegebenheiten und die Erfahrungstatsachen mit klar erkannten praktisch-wirtschaftlichen Bedürfnissen zu verknüpfen und in der zutreffenden Wahl dieser drei Komponenten den Begriff der Erfindung zu erfüllen. Diese Triebkraft entspringt einer Fähigkeit, die nicht durch Erziehung zu erzwingen oder durch Fleiß erkauft werden kann. Sie ist ein Geschenk des Himmels, das als einzelpersönliche Veranlagung nur verhältnismäßig wenigen Menschen vergönnt und der seelischen Erleuchtung vergleichbar ist, die dem Künstler zuteil wird.

Jene seltenen Menschen, denen Mutter Natur diese Gabe verliehen hat, sind unter die Juwelen des Schmuckes zu rechnen, den die schaffenden Geister für ein vorwärtsstrebendes Volk bilden. Wenn man bedenkt, welch unermeßlichen Segen die erfinderischen Erfolge Ottos und Langens, Werner von Siemens', Rudolf Diesels, Carl von Lindes für alle Zeiten für den Ruhm deutscher Arbeit bedeuten, dann erkennt man, wie wenig Menschen von dieser besonderen Qualität dazu gehören, um nach wenigen Jahrzehnten Hunderttausenden Arbeit und Brot zu bieten. Diese Betrachtung lehrt zugleich, daß keine Mühe gespart und keine Gelegenheit versäumt werden darf, um die Menschen ausfindig zu machen, in deren Geist der göttliche Funke erfinderischer Begabung entzündet wurde. Ihnen in ihrer Entwicklung zu helfen, sie zu fördern, wo und wie es nur immer möglich ist, das ist gleichbedeutend mit Arbeit am Volksganzen.

Es wäre jedoch verwegen und vermessen, Einrichtungen zu treffen und Maßnahmen vorzubereiten, die lediglich für Menschen von solcher Höhe bestimmt und anwendbar wären, wie sie der ganzen Menschheit nur an seltenen Tagen geschenkt werden. Trotzdem ist es für das Vorgehen der Erziehung nicht zwecklos, sich die günstigsten Möglichkeiten für die Förderung eines erfinderischen Genies vorzustellen. Am Extrem höchster Vollendung lernen wir die Richtung, in der wir uns zu betätigen haben, wenn unserm Einfluß die berufliche Erziehung von Menschen anvertraut ist, aus deren Reihe uns hin und wieder das Bewußtsein auffallender erfinderischer Begabung entgegentritt. Wir haben uns zu fragen, mit welchen Mitteln wir als akademische Lehrer an solchen wertvollen Menschen unsere Pflicht am vollkommensten erfüllen.

Die Berufstätigkeit, die ihnen als Ingenieuren der schaffenden Technik bevorsteht, ist aus mehr oder minder bedeutenden Aufgaben zusammengesetzt, die den Charakter der Erfindung tragen. Die Fähigkeit des Erfin-

ders als solche ist, wie wir sahen, eine Naturanlage und kein Ergebnis von Erziehung oder Lehre. Die Triebkraft erfinderischer Beanlagung wird sich aber um so erfolgreicher auswirken und um so sicherer vor Irrwegen geschützt sein, je fester, umfassender und tiefer die wissenschaftliche Kritik des Ingenieurs in dem Schatz seiner Kenntnisse und forscherischen Erfahrungen begründet ist.

Hier öffnet sich das Arbeitsfeld des akademischen Unterrichts, der mit ausgesprochenem Nachdruck auf die grundlegenden Probleme der Technik eingehen und diese immer enger mit den naturwissenschaftlichen Gesetzen und Erkenntnissen verknüpfen muß. Nicht die verwirrende Kompliziertheit an sich, die irgendeinem Gebilde der Technik anhaftet und dem Laien Eindruck macht, ist das erstrebenswerte Gesellenstück des Ingenieurs. Er muß den Einzelvorgängen auf den Grund gehen, die jedes Element des Gebildes beherrschen, um in der Summation der gewonnenen Erkenntnisse unschwer zum Verständnis für dessen Gesamtwirkung vorzudringen.

Forschung

Dem akademischen Unterricht fällt hiernach die Aufgabe zu, den vorhandenen Bestand der Technik, der sich letzten Endes aus einer gewaltigen Zahl von Erfindungen zusammensetzt, auf die Gesetzlichkeit der Elementarvorgänge hin zu untersuchen, damit die so gewonnenen Erkenntnisse zu künftigen Erfindungen herangezogen und verwertet werden können. Der Unterricht wird daher und muß — in großer einfacher Linie betrachtet — dem erfinderischen Fortschritt der schaffenden Technik stets nacheilen. Seine Aufgabe ist es, die Vorgänge in forscherischer Einzelarbeit aufzuhellen, die einer Erfindung anhaften, die ihren Erfolg bedingen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit vorzeichnen, Fragen, über die der intuitiv begabte Erfinder sich selbst gegebenenfalls nur in beschränktem Umfange Rechenschaft abgelegt hat.

Es ist erstaunlich, welche Lücken unsre Erkenntnis von den einfachsten und alltäglichen technischen Vorgängen noch aufweist, sobald wir dem erkenntnistheoretischen Problem dieser Vorgänge einen engeren Anschluß an physikalische oder chemische Elementarvorstellungen erteilen wollen, als ihre behelfsmäßige, halb technische, halb naturwissenschaftliche Erklärung zu bieten vermag. Ich brauche nur an das bis auf den heutigen Tag nur unvollkommen erkannte Wesen der Reibung oder der Verbrennung zu erinnern, um zu zeigen, daß die Technik seit Jahrhunderten sich der Vorgänge bedient oder sie zu bekämpfen sucht, deren innerstem Wesen sie noch nicht auf die Spur zu kommen vermochte. Jeder Schritt, um den forscherische Arbeit des Gelehrten dem Ziel solcher Erkenntnis näherkommt, kann ungeahnte Erfindungen im Gefolge haben, sobald die neue wissenschaftliche Erkenntnis zur gesicherten Plattform wird, von der aus der berufene erfinderische Geist zum kühnen Sprung in fernere Höhen ausholt.

Es ist auffällig und verwunderlich, wie wenig das Bewußtsein von dieser Wechselwirkung zwischen schaffendem Leben auf der Höhe seiner Kraft und der sorgsamen Pflege der für die Zukunft bestimmten jungen Keime die breite Öffentlichkeit beherrscht. Es muß zugegeben werden, daß der Fortschritt der Technik sich durch das Auftreten neuer Erfindungen stets sprunghaft und daher für die Umwelt stets deutlich wahrnehmbar und beinahe aufdringlich vollzieht, während die zumeist zeitlich nachhinkende wissenschaftliche Forschung im beinahe unmerklichen Schrittmaß ihre Kreise weitet.

Gerade deshalb mag es angebracht sein, auf diese Wechselwirkung hinzuweisen und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Technik zu betonen, nicht etwa um für die Stätte der Lehre und Forschung einen Tribut der Anerkennung zu erzwingen, den sie sich etwa vorenthalten wähnen könnte. Es handelt sich heute wahrlich nicht um die Befriedigung einer Eitelkeit, wenn ich diesem Thema eine breitere Erörterung widme. Meine Absicht geht dahin, den Nachweis zu erbringen, daß wir sehr wohl ohne merkbaren Nachteil imstande wären, die wissenschaftliche Forschung wegen der mit ihr verbundenen Kosten für eine Reihe von Jahren zum Erliegen kommen zu lassen, ohne daß Industrie und Handel an ihrer Kraft eine Abnahme empfinden würden. Solange die bedächtigere Forschung ohnehin hinter dem wagemutigen Vordringen des werktätigen Schaffens zurückzubleiben pflegt, würde überhaupt keine Änderung zu beobachten sein, die die Befruchtung der Industrie mit neuen wissenschaftlichen Impulsen beträfe. Sobald jedoch die Zeitspanne dieses Nacheilens der Forschung verstrichen sein und die Forschung weiterhin ihre Dienste versagen würde, müßte ein geradezu verhängnisvoller Zustand der Erstarrung an die Stelle eines ewig fortzeugenden Lebens treten — ein Zustand, aus dem heraus der Rückzug schwer, wahrscheinlich unmöglich wäre dadurch, daß das Ausland inzwischen im Kampf um die geistige Führung einen unüberwindlichen Vorsprung errungen haben würde.

Die Zäsur, die der Krieg in den Lebensprozeß unsrer Forschung einlegte, ist uns mit den meisten Völkern des Erdballs gemeinsam. Viele von diesen haben jedoch durch den Krieg den früher nie gekannten Ansporn der wissenschaftlichen Forschung erhalten und diese in erstaunlichem Umfang aufgegriffen. Je mehr ich im Ausland Umschau gehalten und die Wandlung der Einstellung nach dem Krieg beobachtet habe, desto unerbittlicher ist das ceterum censeo geworden, das ich für die deutsche wissenschaftliche Forschung sowohl denen zurufe, die als Träger der Regierung für die Bedingungen ihres Fortbestandes verantwortlich sind, wie auch denen, deren Lebensarbeit in näherer oder fernerer Zukunft ohne den Zustrom weiterer Keime deutscher Forschung zum geistigen und wirtschaftlichen Siechtum verurteilt sein würde.

Die Darstellung der Beziehungen zwischen Technik und Technischer Hochschule führt mich am Schlusse zum Ausdruck der Sorge, daß die Fruchtbarkeit dieser Beziehungen unter dem Einfluß unserer wirtschaftlichen Lage untergraben werden könnte. Diese Sorge wird aber von der Hoffnung überboten, daß es unsrer Hochschule in gleicher Weise, wie Gustav Zeuner, Otto Mohr, Walter Hempel in der letzten Hälfte des Jahrhunderts das forschende Wirken ihres Geistes zum weltumspannenden Ruhme deutscher Technik und zum Segen deutscher Wohlfahrt entfalten konnten, auch im künftigen zweiten Jahrhundert vergönnt sei, an dem Fortschritt technisch-wissenschaftlicher Erkenntnis teilzunehmen und hierfür das wohlwollende Verständnis des deutschen Landes und seiner Regierung zu finden, dem die Sächsische Technische Hochschule ihren Namen entlehnt und ihre Entstehung und bisherige Förderung zu verdanken hat. Ich schließe meine Worte mit Goethes Versen:

> Und umzuschaffen das Geschaffne,
> Damit sich's nicht zum Starren waffne,
> Wirkt ewiges, lebendiges Tun.
> Und was nicht war, nun will es werden
> Zu reinen Sonnen, farbigen Erden;
> In keinem Falle darf es ruhn.
>
> Es soll sich regen, schaffend handeln,
> Erst sich gestalten, dann verwandeln;
> Nur scheinbar steht's Momente still.
> Das Ewige regt sich fort in allen;
> Denn alles muß in Schutt zerfallen,
> Wenn es im Sein beharren will.

[B 1405]

Die patentierte Erfindung als rechtlich vielgestaltige technische Schöpfung

Von Dr.-Ing. Dr. jur. Fritz Berg, Patentanwalt, Mannheim

Der Widerspruch zwischen der Darstellung einer Erfindung und den rechtlichen Befugnissen des Patentinhabers — Gleichnis einer Erfindung — Die patentfähige Erfindung als naturwissenschaftlicher Mechanismus — Der subjektive und objektive Bestand der Erfindung — Feldlinie und Leitlinie als ideale Darstellungen der patentfähigen Erfindung und als Mittel im patentamtlichen und gerichtlichen Verfahren — Virtuelle oder konjugierte Feldlinien — Mittelpunktlinien und Gattungsgrößen — Die umgekehrte Aequivalenz — Vergleichende Zusammenfassung beliebig vieler geschützter Erfindungen und planmäßige Bestimmung ihrer Abhängigkeit — Beispiele.

Der Begriff der patentfähigen technischen Erfindung

Die patentierte Erfindung[1]) ist eine vielfach auf planmäßigem Nachdenken beruhende Schöpfung technischen Charakters, verbunden mit rechtlichen Befugnissen. Das Technische der Erfindung, das Wesen der Technik überhaupt, hat man gerade in den letzten Jahren auch im technischen Schrifttum vielfach erörtert, definiert und umkämpft; auch hat man mancherlei versucht, um das tiefere Wesen einer Erfindung schärfer zu erfassen und auszudrücken, ohne daß man aber hieraus praktische Schlüsse auf die Darstellung und die rechtliche Bedeutung einer Erfindung, also der patentierten Erfindung, gezogen hätte.

Das Patentgesetz sagt im § 4 über die rechtliche Wirkung eines Patentes nur, daß sein Inhaber ausschließlich befugt sei, den Gegenstand der Erfindung gewerbsmäßig herzustellen, in Verkehr zu bringen, feilzuhalten und zu gebrauchen. Aber damit ist der technische Charakter der Erfindung noch nicht näher umschrieben, sondern nur soweit eindeutig bezeichnet, als es sich um die in der Patentschrift durch Zeichnung und Beschreibung bekanntgegebenen Ausführungsformen handelt.

Kommt später ein andrer mit oft ganz anders aussehenden Ausführungen auf den Markt, die weder in der Beschreibung noch in den Patentansprüchen angegeben sind, so entsteht Streit. Industrie und vorwiegend auch Patentanwälte klagen nun, daß die patentierte Erfindung nach der Patentvorschrift nur sehr unsicher daraufhin beurteilt werden kann, wie weit die ausschließlichen Befugnisse des Patentinhabers reichen, d. h. welche Mittel neben den in der Patentschrift angegebenen vom Patentschutz noch erfaßt werden.

Man könnte diese Klagen aus der Welt schaffen und den Schutz des Patentes ausschließlich auf die in der Patentschrift offenbarten Mittel beschränken. Es ist aber gerade die Eigenheit der patentierten Erfindung, daß sie über diese Mittel hinaus vielgestaltig und wandelbar ist, also dem Inhaber des Patentes einen nicht voraus bestimmbaren Reichtum an Gestaltungen an die Hand gibt.

Eine patentierte Erfindung ist also x-gestaltig; dies steht aber im Gegensatz zu der Forderung, daß das Recht des Patentinhabers hinreichend genau umschrieben sein muß. Dieser Widerspruch dürfte sich wohl niemals vollständig beseitigen lassen, das liegt in der Natur der patentierten Erfindung. Darum braucht man aber den derzeitigen Zustand doch nicht als unabänderlich hinzunehmen, sondern muß versuchen, ihn durch eine andre Darstellung der patentierten Erfindung erträglicher zu gestalten, indem man vor allem darauf ausgeht, die Erkenntnis der patentierten Erfindung zu erleichtern.

In dieser Absicht habe ich ein Gleichnis für die Erfindung geschaffen, das aber nicht neben die bisherigen Definitionen eine neue stellt, sondern eine technische Analyse der Erfindungen anstrebt, ihren naturwissenschaftlichen Aufbau oder ihr Getriebe freilegt. In der Chemie z. B. gibt es gegenüber der unendlichen Mannigfaltigkeit der Verbindungen verschwindend wenige Elemente, und in der Maschinentechnik kommt man mit einem sehr kleinen Bestand an einfachen Getrieben aus, aus denen man die schwierigsten Einrichtungen und Maschinen zusammenstellt.

Gleichwie „am Anfang" die Unordnung, das Chaos, herrschte und in unendlich langsamer Entwicklung infolge der wachsenden Intelligenz des Menschen durch zweckmäßiges Aneinanderreihen jener Elemente die Tr[...]ger unsrer heutigen technischen Kultur entstande[...], gleichwie unsre Atomtheorie letzten Endes auf der Vo[...]stellung des Aneinanderreihens kleinster, in ihrem Wese[...] unerforschter Teilchen beruht, so ist auch die Erfindun[...] nichts anderes als das Einordnen oder Ausrichten de[...] ehemals ungeordneten Elemente durch die geistige Rich[...]kraft des Erfinders.

Dieses Ausrichten kann ohne Vorbereitung durc[...] einen Laien oder planmäßig und mit dem Rüstzeug d[...] jeweiligen technischen Erkenntnis erfolgen. Jeder I[...]genieur sollte sich dies bei seinem Schaffen vor Auge[...] halten und den Blick nicht lediglich auf seinen enge[...] Arbeitswinkel richten; je vielseitiger seine geistige Rich[...]kraft die Dinge erfaßt, desto wahrscheinlicher ist se[...] Erfolg. Erfahrung (von außen) und Verlangen (vo[...] innen heraus) sind die andern großen Einflüsse, die all[...] erfinderische Geschehen bestimmen; aber diese habe[...] keine besondere rechtliche Bedeutung.

Die Elemente richten sich nun nicht von selbst unte[...] dem Einfluß der Richtkraft des Erfinders, etwa wie di[...] Eisenteilchen unter dem Einfluß der Kraftlinien eine[...] Magneten. Aber dennoch darf man in den von Pol zu P[...] sich richtenden Eisenteilchen und der sie ordnenden ma[...]netischen Kraft ein anschauliches Gleichnis der tec[...]nischen Erfindung sehen.

Die Eisenteilchen sind das Gegenständliche; sie sin[...] zunächst ungeordnet und müssen sich mit etwas U[...]körperlichem, der Kraft des Magneten, paaren, um ein[...] bestimmte Richtung einzunehmen. Ebenso ist auch di[...] technische Erfindung, bildlich gesehen, nichts andere[...] als die Paarung zwischen körperlichen Dingen, Stoffe[...] und Formen einschließlich physikalischer oder chemische[...] Eigenschaften, mit der geistigen Richtkraft des Erfinders, welche die Dinge in die bestimmte Richtung nach der Be[...]friedigung des menschlichen Bedürfnisses, nach dem Po[...] des menschlichen Fortschrittes drängt.

Das Patentgesetz verlangt in nüchternen Worten, daß die patentfähige Erfindung eine gewerbliche Verwer[...]tung gestatten müsse. In Anlehnung an diese Ausdrucks[...]weise ergibt dann dieses Geschehnis: In der patentfähigen Erfindung zeigen sich Körper, Dinge, Formen und Stoff[...] mit ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften ausgerichtet nach gewerblichen Zielen durch die geistig[...] Richtkraft des Erfinders. Die patentfähige technisch[...] Erfindung enthält also eine Zweiheit, das Stoffliche un[...] das Geistige.

Darstellung der patentfähigen Erfindung

Die Bekanntgabe der patentierten Erfindung setzt di[...] Angabe ihrer Bestandteile voraus. Das sind

a) der erfolgmäßige oder subjektive Bestandteil,
b) der technische oder objektive Bestandteil der Er[...]findung.

Jedes Eisenteilchen einer Kraftlinie gleicht eine[...] technischen Größe des objektiven Teiles der Erfindung. Der Einfachheit wegen seien die Kraftlinien als Gerade[...] angenommen, die ihren Pol erst im Unendlichen treffen, und an die Stelle der Eisenteilchen setzen wir die Benennungen derjenigen technischen Größen, die in kausalem Zusammenhang mit dem subjektiven Bestandteil der Erfindung stehen. Diese Größen bilden den objektiven Bestandteil der Erfindung; ihre geordnete Reihe als Mittel zur Bekanntgabe der Erfindung sei die Grundfeldlinie genannt. Es gibt unendlich viele menschliche Bedürfnisse, die die Technik zu be-

[1]) Vergl. auch Berg, Die patentierte Erfindung in neuer Darstellung und Beanspruchung, Mannheim 1925.

friedigen hat, und entsprechend viele Erfindungen, deren Grundfeldlinien parallel laufen und nach dem Pol des Fortschritts hinweisen. Die Wirklichkeit ist ein verzerrtes Bild jenes Gleichnisses.

Der subjektive Bestandteil der Erfindung bringt ihre Erfolge zum Ausdruck. Erfolge sind die technischen Vorzüge oder die wirtschaftlichen Fortschritte, sie sind zunächst in der persönlichen Ansicht des Erfinders begründet und sind ein Maßstab für den Wert der Erfindung im Vergleich zum Bekannten. Dieser subjektive Bestandteil ist ausschließlich die Grundlage für die Patentfähigkeit der Erfindung und bestimmt, abgesehen von gewissen Ausnahmen, wesentlich ihren Reichtum an Möglichkeiten der Gestaltung; er ist überhaupt die Grundformel, in der sich die Fortschritte gegenüber Herkommen und Trägheit äußern.

Beim Entstehen der Erfindung entscheiden die Erfolgmerkmale über die Wahl der Feldgrößen; sie bestimmen auch später die Vielgestaltigkeit der geschützten Erfindung. So wie alle Kraftlinien einem bestimmten Magnetpol entquellen, so müssen auch alle Feldlinien einen bestimmten Leitpol haben. Die zu denselben Grundfeldlinien gehörigen Erfolg- oder Leitmerkmale bilden die sogenannte Leitlinie; sie verläuft senkrecht zu den zugehörigen Grundfeldlinien, und der Schnittpunkt sei „Leitpol" genannt. Die im Leitpol zusammenlaufenden Koordinaten bezeichne ich als Grundkoordinaten. Damit ist eine Form der Darstellung für die patentfähige Erfindung gewonnen.

Darstellung der Vielgestaltigkeit der patentierten Erfindung

Aus der patentfähigen wird die patentierte Erfindung durch eine weitere Koordinate. Zur patentfähigen Erfindung, die schon vor der Patenterteilung durch die Grundkoordinaten erschöpfend festgelegt ist, tritt mit Patenterteilung und während der Geltung des Patentes die Vielgestaltigkeit hinzu. Dies bringt die dritte Koordinate, die virtuelle oder konjugierte Feldlinie, zum Ausdruck. Sie ist der rechtliche Beitrag zum objektiven Bestandteil der Erfindung und ist ein Sinnbild für das Recht aus der patentierten Erfindung. Ihrer Natur nach unterscheidet sich die konjugierte Feldlinie nicht von der Grundfeldlinie; wie diese wird sie erst dann eine patentfähige Erfindung, wenn man sie durch die Leitlinie ergänzt. Von einem Leitpol können hiernach viele Grundlinien und konjugierte Feldlinien ausgehen und die patentierte Erfindung wird erschöpfend und lückenlos durch die Grundkoordinaten und die konjugierte Feldlinie wiedergegeben.

Der objektive Bestandteil der patentfähigen und der patentierten Erfindung ist hiernach der Inbegriff aller bei der Patentanmeldung dem Patentamt mitgeteilten Grundfeldlinien und der später noch hinzutretenden konjugierten Feldlinien. Für das volle Verständnis des Wesens der patentfähigen und der patentierten Erfindung ist es wichtig zu beachten, daß der subjektive Bestandteil unveränderlich, dagegen der objektive Teil veränderlich ist. Die von ihm umschlossenen technischen Größen (Grund- und konjugierte Feldlinien) ändern sich mit dem Erfinder und seiner geistigen Eigenheit oder erfinderischen Richtkraft, auf der die Vereinigung und Aneinanderreihung der technischen Elemente zu den Feldlinien beruht. Dieser Wechsel in der erfinderischen Richtkraft gründet sich sehr häufig auf das Bestreben, die patentierte Erfindung zu umgehen. Genau dasselbe Bild bietet im übrigen die Relativitätstheorie, wonach sich das Gravitationsfeld beim Übergang von einem Bezugssystem auf ein andres ändert, während der objektive Bestand der Natur bei allen Bezugssystemen unverändert bleibt.

Der Rechtsgrund für die Gewährung des Patentes an den Erfinder liegt in der Ansicht, der Erfinder sei der Lehrer der Menschheit. Der Rechtsgrund für die konjugierte Feldlinie der patentierten Erfindung, die dem Erfinder eine unbegrenzte Zahl von technischen Gestaltungen zur ausschließlichen Benutzung zur Verfügung stellt, auch wenn sie ihm unbekannt sind, ist die in der Erfindung liegende induktive Kraft, die auf beliebige Dritte überstrahlt und ihnen das Auffinden konjugierter Feldlinien ermöglicht oder erleichtert.

Die Darstellung der patentierten Erfindung durch die Koordinaten legt sie in ihrem „Getriebe" bloß und läßt das Zusammenarbeiten ihrer Bestandteile so deutlich erkennen, daß sie sich besonders gut dazu eignet, induktive Kräfte hervorzurufen. Im Gegensatz hierzu beruht die heute übliche Art der Kennzeichnung der Erfindung darauf, sie zu einer technischen Idee zu verdichten. Bei dieser Art der Kennzeichnung ist vor lauter „Wald" der einzelne „Baum" (die konjugierte Feldlinie) nicht mehr zu erkennen.

Die Stütze dieses Verfahrens, die Erfindung zur Idee zu verdichten, ist die Verallgemeinerung, der Gattungsbegriff; heute bildet der Gattungsbegriff das beste Mittel, um einen möglichst großen Schutzumfang zu erlangen; bei der neuen Darstellung wird grundsätzlich auf dieses Mittel verzichtet. Aber auf dem Gattungsbegriff baut sich eine neue wünschenswerte Koordinate der Erfindung, der geometrische Ort aller Gattungsmerkmale der patentfähigen Erfindung auf, die zur Grundfeldlinie und zu den konjugierten Feldlinien gehören. Für die Einführung dieser vierten Koordinate spricht, daß sie die induktive Kraft der Erfindung und die Erkenntnis ihres Rechts auf Vielgestaltigkeit erhöht; dem Ingenieur gibt sie eine Zusammenstellung der Fachgebiete der Technik, in denen er geeignete Größen für konjugierte Feldlinien finden kann, und erleichtert die Prüfung der Zugehörigkeit solcher

Abb. 1 Koordinaten der Erfindung.
Die Grundkoordinaten L (Leitlinie) und F (Feldlinie) bestimmen die patentfähige Erfindung.
L, F und F_k (konjug. Feldlinie) bestimmen die patentierte Erfindung in ihrer Vielgestaltigkeit.

Größen, ihrer Äquivalenz, aber nicht im Sinne der gleichen Wirkung wie heute, sondern im Sinne der Gleichheit der Mittel; denn die Gleichheit der Wirkung ist in der Leitlinie verankert.

Bei dieser vierten Koordinate kommt es also vorzugsweise darauf an, die in der Fachwissenschaft bekannten zusammenfassenden Begriffe anzuwenden. Man kann sie deshalb auch Zentrallinie nennen. Sie erleichtert weiter die Darstellung des Standes der Technik; denn jede Erfindung hat eine Grundfeldlinie, deren Feldgrößen bestimmten Gattungen angehören; gleichartige Erfindungen bedingen somit auch gleiche Zentrallinien, die, einmal aufgestellt, bei späteren gleichartigen Erfindungen einen Überblick über Zahl und Eignung der einzelnen Bestandteile bieten. Bei dieser Art der Darstellung kann der fachlich und rechtlich geschulte Prüfer im Patentamt den Gegenstand der Erfindung schnell überschauen, was die Prüfung im Patentamt erleichtert und beschleunigt.

Die Zentrallinie ist dabei nicht auf technische Größen bestimmter Gattungen beschränkt; man kann damit auch bestimmte technische Forderungen, Wirkungen, Teilaufgaben usw. zum Ausdruck bringen.

Zusammenfassung der Erfindungskoordinaten zu Zylinderkoordinaten

Für die vergleichende Zusammenfassung mehrerer geschützten Erfindungen sei der Kreiszylinder gewählt. Die Erzeugenden dieses Zylinders, Abb. 1, sind die Grundfeldlinien F und die konjugierten Feldlinien F_k, die Achse des Zylinders die Zentrallinie M, ein Halbmesser des Grundkreises G, die Leitlinie L, und deren Schnittpunkt mit der Zylinderachse der „Hauptpol" P. Die gerichteten

Abb. 2
Wachs- und Stearinkerze.

F_W { a Wachs; b einfacher Docht
F_S { a_1 Stearinsäure; b_1 geflochtener Doch
L_W { + 1 Handlichkeit; + 2 rauchfrei; + 3 leichtes Anzünden; + 4 langsames Abbrennen; — 1 veränderl. Leuchtkraft infolge häufigen Putzens
M_W - M_S { α festflüssiger Brennstoff; β Docht oder Kapillarförderung

Größen der Grundfeldlinie (die Eisenteilchen der Kraftlinie) sind durch Kreuze angedeutet und mit a, b, c, ... bezeichnet; im Beispiel sind vier Vertreter gerichteter Größen dargestellt. a kann ein beliebiges maschinelles oder chemisches Element, b eine beliebige Form, c eine Temperatur, d ein Druck sein usw. Die Feldlinie F, die den objektiven Bestandteil der Erfindung wiedergibt, schneidet einen Halbmesser L, das Bild der zugehörigen Leitlinie, des subjektiven Bestandteils der Erfindung oder ihrer Nützlichkeit. Diese Merkmale sind durch Zahlen dargestellt und positiv, wenn sie Vorteile, oder negativ, wenn sie Nachteile andeuten sollen. Der Schnittpunkt p ist der Leitpol. a_0, b_0, c_0, d_0 usw. sind Größen einer konjugierten Feldlinie F_k, die, wenn sie die gleiche Erfindung wiedergeben soll, die gleiche Leitlinie und den gleichen Leitpol haben muß.

Der Grundkreis G ist somit der geometrische Ort aller Leitpole, die zu den konjugierten Feldlinien einer patentierten Erfindung gehören. Spätere Verbesserungspatente sollen Nachteile der früheren Erfindungen beseitigen; aber sie enthalten stets auch die Leitlinie der Haupterfindung. Die Punkte α, β, γ usw. der Zylinderachse sind Mittelpunkt-, Gattungsgrößen oder dergleichen. Im Schnitt der Zentrallinie M mit allen Leitlinien L liegt der Hauptpol P, das Sinnbild der induktiven Kräfte der verschiedenen Erfindungen.

In Abb. 2 sind zwei einfache Erfindungen, die Wachskerze und die Stearinkerze, in Koordinaten dargestellt. Den subjektiven Bestandteil der Erfindung Wachskerze stellt die Leitlinie L_W dar; ihre Nützlichkeitspunkte $+1$, $+2$, $+3$, $+4$ gründen sich auf den objektiven Bestandteil F_W mit den gerichteten Feldgrößen $a =$ Wachs und $b =$ einfacher Docht. Die Zentrallinie M_W ist durch $\alpha =$ festflüssiger Brennstoff, $\beta =$ Docht oder Kapillarförderung gegeben; die Gattung der Größen α und β ist ohne weiteres klar; z. B. ist β dadurch gegeben, daß Wachs schon bei niedriger Temperatur schmilzt und infolgedessen für die Förderung durch Kapillarität des Dochtes geeignet wird, ohne daß der ganze Wachsstab seine Gestalt ändert.

Die Frage, ob die Erfindung Stearinkerze von der Erfindung Wachskerze abhängig ist, muß man bejahen, wenn L_W vollständig in L_S enthalten ist. L_S hat die gleichen Erfolgpunkte wie L_W; darüber hinaus noch den Punkt $+5 =$ unveränderliche Leuchtkraft ohne Nachputzen. Das Fehlen dieser nützlichen Eigenschaft bei der Erfindung (F_W, L_W) bringt der Zeiger -1 auf L_W zum Ausdruck; $+5$ begründet die Patentfähigkeit der Erfindung Stearinkerze, deren objektive Feldlinie F_S durch $a_1 =$ Stearinsäure und $b_1 =$ geflochtener Docht gegeben ist.

Bekanntlich wird der Docht der Stearinkerze aus gedrehten Faserschnüren zusammengeflochten und infolge der ungleichen Spannung der einzelnen Fasern die Dochtspitze aus dem Flammenbereich herausgezogen, so daß sie restlos verbrennt und keinen Kopf bilden kann, der die Lichtwirkung vermindert und häufiges Putzen nötig macht. Also ist $L_S = L_W + 5$ und $M_S = M_W$. F_S ist hiernach konjugiert zu F_W und die patentierte Erfindung Wachskerze umfaßt auch die Erfindung Stearinkerze. Das Merkmal $\beta =$ Kapillarförderung ist allein für sich genommen ein Gedanke, bei dem, um mit dem Reichsgericht zu sprechen, das technische Ergebnis noch zu verwirklichen ist; in der Koordinatenstellung ist dagegen β das die Feldgrößen a und a_1 verbindende Merkmal, was das Bild gut veranschaulicht.

F { a Zement; b Vulkanöl
F_k { a_1 Sand; b_1 irgend ein Öl
L { 1 Staubbindung; 2 keine Einwirkung auf den Boden d. Wassers; 3 kein Aufsaugen des Öles durch d. Boden
M { α stark zerkleinerte Mineralien; β technische Öle
M_1 { α_1 Mineralstaub; β technische Öle
M_2 { α_2 Mineralgries; β technische Öle

Abb. 3
Die Erfindung des DRP Nr. 118992.

Bei der praktischen Anwendung der neuen Darstellung von Erfindungen in Rechtsstreitigkeiten ist die erste Aufgabe, alle technisch notwendigen Bestandteile der Erfindung des Klagepatentes und der auf ihre Abhängigkeit zu prüfenden Erfindung zu ermitteln —, etwa so, wie man sie in einer Zusammenstellungszeichnung für die Abgabe eines Angebotes anzugeben pflegt; die Gesamtheit der Nützlichkeitspunkte, die sich aus den Patentschriften oder auf Grund sachkundiger Erwägung ergeben, liefert die Leitlinien und allenfalls die Zentrallinie. Wichtig ist ferner, die vor der Anmeldung des Klagepatentes bekannt gewordenen Erfindungen durch ihre Koordinaten zu bezeichnen und aus den zusammengehörigen Größen eines Feldkreises die zugehörigen Mittelpunktgrößen zu bestimmen. Bildet die Leitlinie der auf ihre Abhängigkeit zu prüfenden Erfindung schon den subjektiven Bestandteil bekannter Erfindungen, so ist die Feldlinie der zu prüfenden Erfindung nicht die konjugierte Feldlinie des Klagepatentes und es liegt keine Abhängigkeit vom Klagepatent vor. Das ganze Gutachten beschränkt sich also auf einige Feldlinien und eine entsprechende Zahl von Leitlinien mit den zugehörigen Zentrallinien. Dieser geometrische Plan bietet die Übersichtlichkeit einer mathematischen Gleichung.

In Abb. 3 ist entschieden, ob der objektive Bestandteil F_k einer späteren Erfindung eine konjugierte Feldlinie zur Feldlinie F einer geschützten Erfindung bildet, deren patentfähige Merkmale durch die Koordinaten F, L, M und M_1 gegeben sind. Die Frage lautet: Wenn die Bestandteile $a =$ Zement und $b =$ Vulkanöl geschützt sind, darf ein Dritter ohne Genehmigung des Patentinhabers $a_1 =$ Sand und $b_1 =$ ein anderes Öl benutzen? Durch Abb. 3 wird diese Frage verneint. [B 713]

Englands Luftfahrt 1928

Im Parlament erklärte am 12. März Sir Samuel Hoare, daß im Jahre 1928 die beiden in Howden und Cardington im Bau befindlichen Luftschiffe ihre Probefahrten machen werden. Eines dieser Luftschiffe (Cardington) wird Ölmotoren erhalten. Im Laufe des Jahres soll ein regelmäßiger Luftverkehr nach Indien aufgenommen werden. Es ist für England zweckmäßiger, lange Luftverkehrsstrecken (d. h. nach den Kolonien) einzurichten, als in England selbst ein Luftverkehrsnetz auszubauen. Die Betriebskosten für ein Flugzeug betrugen 1922 rd. 2 ℳ/tkm, z. Z. betragen sie für ein dreimotoriges Flugzeug 0,65 ℳ/tkm.

Die Zeit ist nach Ansicht von Hoare nicht mehr fern in der man den Luftverkehr mit staatlichen Mitteln nicht mehr zu unterstützen braucht. Hierzu werden die in der Forschungsanstalten in Angriff genommenen Arbeiten und die Vervollkommnung der Ganzmetallflugzeuge beitragen („Engineering" 16. März 1928 S. 325) [N 1433] Gw.

Zur Berechnung von Gleittragzapfen

Von Prof. Dr. Emil Wellner, Brünn

Auf Grund der Theorie der flüssigen Reibung wird eine Kurventafel entworfen zur Ermittlung der Abmessungen von Gleittragzapfen und der für die Beurteilung ihres Laufes maßgebenden Größen. — Grenzkurven für den bei einer gegebenen Drehzahl höchsten zulässigen Flächendruck.

Einleitung

Die gesteigerten Ansprüche, die an Tragzapfen insbesondere hinsichtlich der zugelassenen Umfangsgeschwindigkeiten gestellt wurden, führten dazu, daß die bisher gebräuchlichen Berechnungsgrundlagen erweitert werden mußten. Vor allem mußte über das Wesen der Zapfenreibungszahl und über die Voraussetzungen für verschleißlosen Betrieb Klarheit geschaffen werden; Gümbel gebührt das große Verdienst, in seinen Arbeiten[1]) grundlegende Gleichungen hierfür aufgestellt zu haben. Die Theorie, die sich auf den Erkenntnissen Reynolds'[2]) über die Tragfähigkeit keilförmiger Schmierschichten aufbaut, kann man heute als soweit abgeschlossen ansehen, daß die Beziehungen zwischen den maßgebenden Größen festliegen und unter Berücksichtigung der Lagerversuche auch der Größenordnung nach wenigstens annähernd der Wirklichkeit Rechnung tragen[3]).

Die Theorie besagt zunächst, daß sich der Zapfen bei entsprechendem Lagerspiel, das Voraussetzung für das Auftreten flüssiger Reibung überhaupt ist, gegen die Schale derart verlagert, daß eine keilförmige Schmierschicht entsteht, die der Lagerbelastung das Gleichgewicht hält.

Der Vorgang spielt sich in der Weise ab, daß gemäß Abb. 1 der Zapfen beim Anlauf aus der Ruhelage im Sinne seiner Drehrichtung in eine den äußeren Betriebsumständen entsprechende Gleichgewichtslage gedrängt wird, die im Grenzfall bei unendlich großer Umfangsgeschwindigkeit in die konzentrische Lage übergehen würde. Dabei kann man annehmen, daß sich der Zapfenmittelpunkt bei wachsender Geschwindigkeit angenähert längs eines Halbkreises von O_1 über O_1' nach O verschiebt, wie Abb. 1 zeigt. Hummel hat in seiner sehr verdienstvollen Arbeit[4]) die Gleichgewichtslagen des Zapfenmittels O_1 aus den hydrodynamischen Grundlagen berechnet und für den Weg des senkrecht belasteten Zapfens eine nahezu genaue Übereinstimmung mit dem Halbkreis gefunden.

Für die Gleichungen Gümbels über den halbumschlossenen Zapfen müssen wir an der Hand von Abb. 1 einige Bezeichnungen einführen. Es bedeute

$$\psi = \frac{R-r}{r} = \frac{D-d}{d} \text{ das relative Lagerspiel} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

und

$$\chi = \frac{e}{R-r} = \sin\varphi \text{ die relative Exzentrizität} \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Durch den Wert χ ist die Zapfenlage gegenüber der Bohrung bei gegebenem $(D-d)$ eindeutig festgelegt und ebenso die für das Folgende wichtige Größe der geringsten Schmierschichtdicke h, die dieser Lage entspricht.

Die Dicke der Schmierschicht muß mindestens gleich der Summe der Unebenheiten an der Zapfen- und der Schalenoberfläche sein, damit die Berührung der beiden Oberflächen vermieden, also der „Ausklinkzustand" herbeigeführt und flüssige Reibung erzielt wird.

Wir setzen

$$h = R - r - e,$$

woraus sich mit obigen Bezeichnungen

$$h = \frac{d}{2}\,\psi\,(1-\chi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

ergibt.

[1]) Vergl. Jahrbuch der Schiffbautechn. Ges. Bd. 18 (1917) S. 236; Z. ges. Turbinenw. Bd. 15 (1918) S. 205; Forschungsarb., herausgeg. vom V. d I. Heft 224.

[2]) Vergl. Reynolds, Phil. Trans. R. Soc. of London 1886.

[3]) Vergl. Gümbel-Everling, Reibung und Schmierung im Maschinenbau, Berlin 1925. — Falz, Grundzüge der Schmiertechnik. Berlin 1926.

[4]) Vergl. Forschungsarb., herausgeg. vom V. d. I., Heft 287.

Abb. 1
Beziehungen am halbumschlossenen Zapfen.

Die Lagerreibungslehre ergibt nun zwei Grundgleichungen für die Zapfenberechnung. Die eine liefert als Ausdruck für die Reibungszahl

$$\mu = \alpha \sqrt{\frac{\eta\,\omega}{p}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

die zweite die Beziehung

$$\psi^2 \frac{p}{\eta\,\omega} = \frac{\beta}{1-\chi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5),$$

aus deren Vereinigung mit Gl. (3)

$$h = \frac{\beta}{2}\,\frac{d}{\psi}\,\frac{\eta\,\omega}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

folgt. Die Division von Gl. (4) durch (5) führt schließlich zu

$$\frac{\mu}{\psi} = \frac{\alpha}{\sqrt{\beta}}\sqrt{1-\chi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

In diesen Gleichungen bedeuten:

ω die Winkelgeschwindigkeit des Zapfens,

$p = \dfrac{P}{d\,l}$ kg/m² den der Lagerbelastung P entsprechenden mittleren Flächendruck, wenn d der Zapfendurchmesser und l die Zapfenlänge ist,

η kg s/m² die Zähigkeit des Schmiermittels nach dem Newtonschen Ansatz,

α und β unbenannte Festwerte.

Für die Zahlenwerte von α und β ergibt sich insofern eine Unsicherheit, als sie einer den tatsächlichen Verhältnissen Rechnung tragenden Berichtigung bedürfen. Die Gleichungen wurden nämlich abgeleitet unter der Voraussetzung unendlicher Lagerlänge, also gleichbleibenden Druckes längs der Erzeugenden der Zapfenzylinderfläche, während bei endlichen Lagern naturgemäß das Öl auch in der Achsenrichtung abfließt, wobei der Flüssigkeitsdruck bis auf null abnimmt. Über den Verlauf dieser Druckabnahme ist man auf mehr oder minder willkürliche Annahmen angewiesen, deren Übereinstimmung mit der Wirklichkeit kaum festzustellen ist. Ich verweise diesbezüglich auf die Ausführungen von Kießkalt[5]) über die Voraussetzungen der Lagerreibungstheorie. Gümbel hat die klassisch gewordenen Versuche von Stribeck[6]) und Lasche[7]) zu einer Berichtigung des Wertes α in Abhängigkeit von l/d herangezogen, während im folgenden, nach dem Vorschlage von Falz[8]), α und β als Festwerte mit

$$\alpha = 3{,}5 \text{ und } \beta = 1/2$$

eingeführt werden.

[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 218.

[6]) Vergl. Z. Bd. 46 (1902) S. 1341.

[7]) Vergl. Z. Bd 46 (1902) S. 1881.

[8]) Falz rechnet in seinem Werke mit den dem ungünstigsten Längenverhältnis $l = d$ entsprechenden Werten $\alpha = 3{,}8$ und $\beta = 1:1{,}92$.

Den in den Gleichungen vorkommenden, dem augenblicklichen Betriebzustande entsprechenden Wert der Zähigkeit η kann man wegen seiner großen Veränderlichkeit mit der Temperatur und dem Drucke nicht von vornherein als gegeben betrachten. Während die Abhängigkeit vom Druck im Gebiete der reinen Flüssigkeitsreibung vernachlässigt werden kann[9]), sind für die Veränderlichkeit der Zähigkeit mit der Temperatur t eine Reihe von Erfahrungsformeln, so von Gümbel-Everling[10]), Falz[11]) und Kießkalt[8]) aufgestellt worden. Es wäre von Vorteil, die in diesen Ansätzen vorkommenden, für jede Ölsorte verschiedenen Beiwerte durch Größen zu ersetzen, die entweder für alle Öle wenigstens angenähert gelten oder, wie die handelsübliche Angabe der Englergrade bei 50° (im folgenden mit E_{50} bezeichnet) für jedes Schmieröl als bekannt vorausgesetzt werden können. Für Näherungsrechnungen wird die polytropische Beziehung

$$\eta = \frac{a\, E_{50}^{b}}{t^{c}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

vorgeschlagen, deren Festwerte bei den für Lagerschmierung in Frage kommenden Ölen mit befriedigender Genauigkeit

$$a = 0{,}9, \quad b = {}^{4}/_{3}, \quad c = 2$$

gesetzt werden können, während für Sonderöle mit besonders flach verlaufender Zähigkeits-Temperaturkurve oder mit sehr kleinem Wert E_{50} in erster Linie c entsprechend zu verändern wäre.

Immerhin sollte man danach streben, die Zähigkeit wegen der in den Ansätzen liegenden Unsicherheit bei den folgenden Berechnungen tunlichst ganz auszuschalten.

Die für die Zapfenberechnung maßgebenden Einflüsse

1. Festigkeitsbedingungen

Die allgemeine Festigkeitsgleichung für einen durch ein Biegungsmoment M_b und ein Drehmoment M_d beanspruchten Zapfen lautet mit

$$M_i = 0{,}35\, M_b + 0{,}65 \sqrt{M_b^2 + \alpha_0^2\, M_d^2}$$

$$M_i = \frac{1}{10}\, d^3\, k_b \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9),$$

worin k_b die zulässige Biegungsbeanspruchung des Zapfenwerkstoffes in kg/cm² bedeutet. Als zweite Gleichung tritt die Beziehung für den mittleren Flächendruck p nach dem Ansatze

$$P = p\, d\, l \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

mit P als gesamter Zapfenbelastung in kg hinzu. Die Vereinigung beider ergibt

$$p \left(\frac{l}{d}\right)^2 = \frac{k_b}{5}\, \frac{P\,\frac{l}{2}}{M_i} = \frac{k_b}{5}\, \frac{M_b}{M_i}$$

oder mit

$$\frac{M_i}{M_b} = \varepsilon = 0{,}35 + 0{,}65 \sqrt{1 + \left(\frac{\alpha_0\, M_d}{M_b}\right)^2} \quad \ldots \ldots \quad (11)$$

$$p \left(\frac{l}{d}\right)^2 = \frac{k_b}{5\,\varepsilon},$$

was mit $k = \frac{k_b}{\varepsilon}$

$$p = \frac{k}{5 \left(\frac{l}{d}\right)^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

ergibt. Für den Zapfen mit reiner Biegungsbeanspruchung (Stirnzapfen) wird, weil $\varepsilon = 1$ ist, $k = k_b$, während für einen Zapfen, durch den ein Drehmoment übertragen wird, k entsprechend zu verringern ist. Hierzu ist ε aus Gl. (11) zu ermitteln, was durch Schätzung (da in dem Werte M_b die Lagerlänge l noch unbekannt ist) ohne erheblichen Fehler möglich ist.

Geht man, wie zweckmäßig, für die Zapfenberechnung von der Wahl des Längenverhältnisses l/d aus, so ergibt Gl. (12) die höchste zulässige Flächenpressung, und man ersieht aus ihr die Überlegenheit kurzer Zapfen, ein Gesichtspunkt, der vom Standpunkte des Einhaltens flüssiger Reibung auch insofern zu beachten ist, als die Gefahr einer Berührung an den Lagerkanten infolge der elastischen Formänderungen bei kurzen Zapfen geringer ist als bei langen.

Aus Gl. (10) ergibt sich der einer gegebenen Lagerbelastung P entsprechende Zapfendurchmesser

$$d = \sqrt{\frac{P}{p\,\frac{l}{d}}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

oder mit Gl. (12)

$$d = \sqrt{\frac{5}{k}\, P\, \frac{l}{d}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (14).$$

2. Bedingungen für die Ableitung der Reibungswärme

Die bei der Bewegung des Zapfens mit der Umfangsgeschwindigkeit v entwickelte Reibungsarbeit je Sekunde und Flächeneinheit der Zapfenprojektion ist durch den Ausdruck

$$a_r = \mu\, p\, v$$

gegeben. Wollen wir von anderen äußeren Umständen, die eine Heizung oder Kühlung des Lagers bewirken können, absehen, so muß der der Reibungsarbeit a_r entsprechende Wärmewert durch den Lagerkörper und die Welle an die Umgebung abgegeben werden, wenn sich Wärmegleichgewicht einstellen soll. Bezeichnen wir die Wärmeleit- und -ausstrahlfähigkeit des Lagers, auf die Flächeneinheit der Zapfenprojektion bezogen, mit a_s, so besteht die Bedingung

$$a_r \leqq a_s \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (15).$$

Abb. 2 Abhängigkeit der Wärmeleit- und -ausstrahlfähigkeit a_s vom Temperaturgefälle Δt zwischen Lagerspalt und Umgebung.

Über die Größe von a_s liegen Versuche von Lasche[12]) vor, die eine Abhängigkeit von dem Temperaturgefälle Δt zwischen Lagerspalt und Umgebung ergaben, Abb. 2[13]). Zur Vereinfachung wird für das Folgende, wie in Abb. 2 gestrichelt eingetragen,

$$a_s = \zeta\, \Delta t \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (16),$$

mit

$$\zeta = 0{,}0018$$

gesetzt. Dadurch vermindert sich der Wert von a_s bei höheren Werten von Δt, so daß sich die Sicherheit der Rechnung vergrößert.

Gl. (15) geht hiermit in die Form

$$\mu\, p\, v = \zeta\, \Delta t \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (17)$$

über und läßt erkennen, daß bei hohen Werten von p und v das Wärmegleichgewicht nur bei großem Temperaturgefälle, das gegebenenfalls die zulässige Grenze übersteigen könnte, zu erreichen ist.

Setzt man für Δt einen bestimmten Grenzwert fest, so kann man aus Gl. (17) feststellen, ob das Lager betriebfähig ist, wenn die Reibungswärme allein durch Leitung und Strahlung abgeführt wird.

Ist dies nicht mehr der Fall, so muß man künstliche Lagerkühlung (in der Regel durch Spülöl) anwenden. Die hierzu erforderliche Ölmenge Q in kg/s, kann man unter denselben Voraussetzungen wie bei Gl. (15) aus

$$a_r = a_s + \frac{Q\, c\, (t_2 - t_1)\, 427}{d\, l} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (18)$$

berechnen. Darin ist c die spezifische Wärme und t_1 die Zulauf-, t_2 die Ablauftemperatur des Spülöls.

[9]) Vergl. Forschungsarb. herausgeg. vom V. d. I., Heft 291.
[10]) a. a. O., S. 31 bis 32.
[11]) a. a. O., S. 144.
[12]) Vergl. Z. Bd. 46 (1902) S. 1881.
[13]) Vergl. „Hütte" 25. Aufl. Bd. 2 S. 113.

Bedingungen für das Einhalten reiner Flüssigkeitsreibung

Für die Einhaltung reiner Flüssigkeitsreibung sind l. (4) und (6) maßgebend; zu Gl. (6) ist bezüglich der erte h und ψ einiges zu bemerken.

Die Schmierschicht muß mindestens so dick sein, daß e Erhöhungen der Zapfen- und Schalenoberflächen bereinander hinweggleiten. Denken wir uns in Abb. 3 ese Rauhigkeit übertrieben gezeichnet, so muß

$$h > \delta_1 + \delta_2$$

in, wenn die Erhöhungen sich nicht berühren sollen.

Nach Messungen von Berndt[14]) kann man bei neuitlicher Bearbeitung

$$\delta_1 + \delta_2 = 0{,}01 \text{ mm}$$

tzen, so daß h bei ausreichender Betriebsicherheit etwa it

$$h = 0{,}02 \text{ mm}$$

ngesetzt werden kann.

Nach den Ansätzen der Theorie bezieht sich ψ auf die llkommen glatte Welle und Schale; nach Abb. 3 ist

$$\psi = \frac{D - d}{d}.$$

aktisch meßbar sind aber nur die Größen D_1 bzw. d_1, r welche der Zusammenhang

$$D - d = D_1 - d_1 + 2(\delta_1 + \delta_2)$$

steht[15]).

Abb. 3
Einfluß der Rauhigkeit der Oberflächen.

Dieses meßbare Lagerspiel $D_1 - d_1$ kann nach den N-Passungen durch eine Anzahl (z) Passungseinheiten gedrückt werden, wobei

$$1 \text{ Passungseinheit} = 0{,}005 \sqrt[3]{d} \text{ in mm}$$

s. Wir erhalten also

$$D_1 - d_1 = z\, 0{,}005 \sqrt[3]{d} \quad \ldots \ldots \quad (19)$$

er

$$D - d = z\, 0{,}005 \sqrt[3]{d} + 0{,}02 \text{ mm} \quad \ldots \ldots \quad (20).$$

Ermittlung der Betriebstemperatur des Lagers

Aus den unter Punkt 2. und 3. aufgestellten Bedingunge kann man den Temperaturunterschied feststellen, bei e in dem Lager Wärmegleichgewicht eintritt. Führen vi in Gl. (17) den Wert der Lagerreibungzahl aus Gl. (4) ein, so erhalten wir

$$\alpha \sqrt{\frac{\eta\,\omega}{p}}\, p\, v = \zeta\, \Delta t \quad \ldots \ldots \quad (21).$$

n η die Zähigkeit des Schmiermittels bei der noch ekannten Betriebstemperatur bedeutet. Sie ist daher a einem der hierfür vorliegenden empirischen Ans als von der Temperatur abhängig einzuführen, auf sich aus Gl. (21) die Betriebstemperatur berechn läßt. Dieser Weg ist zweckmäßig nur dann zu beeiten, wenn ein bestimmtes Schmiermittel vorgeschrieben ist. Es würde sich, z. B. mit Gl. (8), für die Bestimmung von t nach einigen Umformungen aus Gl. (21) der Ansatz

$$t\,(t - t_0) = \frac{1}{c_1}\, d\, n \sqrt{E_{50}^{4/3}}\, p\, n$$

mit

$$c_1 = \frac{6 \cdot 10^5\, \zeta}{\alpha\, \pi \sqrt{0{,}03\, \pi}} = 390$$

ergeben; d ist in cm, p in kg/cm² einzusetzen. Es wäre dann nach Wahl des Lagerspieles ψ nachzuprüfen, ob die aus Gl. (3) und (6) folgenden Werte von h und χ Einhaltung der Flüssigkeitreibung gewährleisten.

Wegen der Unsicherheit bezüglich der Abhängigkeit der Zähigkeit von der Temperatur erscheint es aber vorteilhafter, den Wert η aus Gl. (21) mit Hilfe von Gl. (6) auszuschalten.

Wenn $v = \frac{n\, d\, \pi}{60}$ gesetzt wird, geht Gl. (21) in die Form

$$\alpha \sqrt{\frac{2}{\beta}} \sqrt{\frac{h\, \psi}{d}}\, p\, \frac{n\, d\, \pi}{60} = \zeta\, \Delta t$$

über.

Wird noch das Produkt $\psi\, d$ aus Gl. (1) ersetzt, so ergibt sich

$$\Delta t = c' \sqrt{h\,(D - d)}\, p\, n \quad \ldots \ldots \quad (22),$$

worin c', wenn h und $(D - d)$ in mm und p in kg/cm² eingesetzt werden, den Wert

$$c' = \frac{\alpha\, \pi \sqrt{\frac{2}{\beta}}}{60 \cdot 10^3\, \zeta}$$

annimmt. Mit den angegebenen Mittelwerten für die Unveränderlichen entspricht dies

$$c' = 0{,}20.$$

Aus Gl. (22) kann sonach die Temperatursteigerung berechnet werden, wenn man h und $(D - d)$ der jeweiligen Werkstattarbeit entsprechend annimmt. Durch diese beiden Werte ist auch die Verlagerung des Zapfens in der Bohrung nach Gl. (3) mit

$$\chi = 1 - \frac{2\, h}{D - d}$$

festgelegt. Wie aus Abb. 1 zu entnehmen ist, sind höhere Lagen der Wellen bis etwa zu einer Grenze von

$$\chi = 0{,}5$$

insofern für den Betrieb günstig, als h mit steigendem Wellenmittelpunkt wächst, also der Zustand reiner Flüssigkeitsreibung leichter eingehalten werden kann[16]).

Demgegenüber kommt Hummel[17]) auf Grund seiner Berechnungen und Versuche zu dem Schluß, daß, wenigstens bei den großen für Dampfturbinen üblichen Lagerspielen, etwa von $D - d > 0{,}2$ mm angefangen, der Wert

$$\chi = 0{,}7$$

nicht überschritten werden sollte, da der Zapfen in einen labilen Gleichgewichtzustand gerät und demzufolge unruhig läuft. Hummel hebt aber zusammenfassend hervor, daß unter der angegebenen Grenze für das Lagerspiel auch im labilen Gebiet ein störungsfreier Betrieb wohl möglich ist.

Jedenfalls ist gleich bei den Annahmen über h und $(D - d)$ auf die resultierende Wellenverlagerung Rücksicht zu nehmen, was am übersichtlichsten bei der Benutzung eines Schaubildes, Abb. 4, erfolgen kann.

Nach Gl. (3), die wir auch in der Form

$$h = \frac{1 - \chi}{2}\,(D - d)$$

schreiben können, besteht zwischen h und $(D - d)$ für jeden Wert von χ Verhältnisgleichheit. Wir können also in Abb. 4 durch den Koordinaten-Anfangspunkt gehende Strahlen eintragen, die jeweils eine bestimmte Wellenverlagerung kennzeichnen. Abb. 4 zeigt, daß wir dadurch innerhalb des durch dicke Linien hervorgehobenen Strahlenfeldes in übersichtlicher Weise ein Gebiet brauch-

[14]) Vergl. Berndt, Die Oberflächenbeschaffenheit bei verschiedenen Bearbeitungsmethoden, Loewe-Notizen Bd. 9 (1924) S. 26. . auch Falz, a. a. O. S. 58.
[15]) Vergl. Falz a. a. O., S. 55.

[16]) Vergl. Falz, a. a. O., S. 51.
[17]) Forschungsarb., herausgeg. vom V. d. I., Heft 287.

Abb. 4
Zusammenhang zwischen $(D-d)$, geringster Schmierschichtstärke h und Zapfenlage χ.

barer Wertegruppen abgrenzen können, und wir ersehen auch, daß die von Hummel aufgestellte Bedingung

$$\chi > 0{,}7$$

sich bei größerem Lagerspiel von selbst ergeben wird, falls wir h nicht unnötig groß werden lassen.

Die aus Gl. (22) berechnete Temperatursteigerung und die gewünschte Zapfenlage in der Bohrung wird sich nur bei Verwendung eines bestimmten Öles einstellen, dessen absolute Zähigkeit bei der nun bekannten Lagertemperatur

$$t = t_0 + \Delta t$$

aus Gl. (6) zu ermitteln ist; danach ist die Wahl des Schmiermittels zu treffen.

Ebenso ist dadurch die Reibungszahl μ nach Gl. (4) und die Reibungsarbeit a_r festgelegt.

Zeichnerische Ermittlung der Zapfenabmessungen

Im folgenden soll eine Tafel entwickelt werden, die es ermöglicht, die Abhängigkeit der für die Beurteilung eines Zapfens maßgebenden Größen voneinander nach den im letzten Abschnitt, Punkt 1 bis 4, aufgestellten Bedingungsgleichungen in einfacher Weise aufzusuchen. Die zeichnerische Darstellung ist hier von Vorteil, da sie unmittelbarer als die Rechnung den Einfluß der Veränderung einer angenommenen Größe auf die andern Werte erkennen läßt.

Der Weg für eine Zapfenberechnung möge an der Hand von Abb. 5 besprochen werden, die dem Wesen der Kurventafel entspricht, aber nur die für eine Einzelberechnung erforderlichen Kurven und Strahlen der Tafel enthält.

Als gegeben können wir die Zapfenbelastung P und die Wellendrehzahl n in der Minute ansehen, wozu als erste Annahme die Wahl des Längenverhältnisses l/d für den Zapfen kommt.

Zur Festigkeitsberechnung dienen Gl. (12) und (13). Gl. (12) zeigt für jedes angenommene l/d Verhältnisgleichheit zwischen p und k; die dem zugelassenen k entsprechenden Flächenpressungen kann man an dem Strahle l/d in Abb. 5 ablesen (Punkt A). Der Zapfendurchmesser ergibt sich aus Gl. (13), die quadriert in der Form

$$d^2 p = P \frac{d}{l} = \text{konst}$$

geschrieben werden kann. Jedem Festwert $P \frac{d}{l}$ entspricht in Abb. 5 eine gleichseitige Hyperbel mit den Koordinaten p und d^2 (Punkt B).

Zur Berechnung der weiteren Größen sind nun $(D-d)$ und h anzunehmen. Hierzu sind in Abb. 6 Kurven eingetragen, die Gl. (20) für verschiedene Passungswerte z entsprechen. Man kann also, von dem eben bestimmten Werte d ausgehend, mittels der Kurve z in Abb. 5 den Wert $(D-d)$ ablesen (Punkt C).

Die Größe z hängt, wie schon erwähnt, von der Güte der Werkstattarbeit ab, und zwar wird man bei normalen Verhältnissen mit einer Laufsitzpassung von

$$z = 5 \text{ bis } 9\,PE$$

rechnen können[18]), während bei sehr hohen Umfangsgeschwindigkeiten z häufig bis $15\,PE$ und höher gewählt wird. Im übrigen ist für die Wahl von z mitentscheidend, ob man mit dem gefundenen Wert $(D-d)$ brauchbare Werte für h und χ erzielen kann. Man sucht in Abb. 5 sonach auf der Senkrechten durch C einen Punkt D auf, der einem geeigneten Strahl χ angehört und einen entsprechenden Wert für h ergibt. Mit den nun festliegenden Werten $(D-d)$ und h kann man zunächst die Reibungszahl μ leicht feststellen. Wir benutzen hierzu Gl. (7), die, quadriert und mit Gl. (3) vereinigt, in die Form

$$\mu^2 d^2 = \frac{2\,\alpha^2}{\beta}(D-d)\,h \quad \ldots \ldots \quad (23)$$

übergeht. Wir können die Produkte beider Gleichungsseiten als Koordinatenpaare derselben gleichseitigen Hyperbel auffassen und mit deren Hilfe zusammengehörige Werte von μ und d aufsuchen (Punkt E in Abb. 5); hierbei ist d an dem zugehörigen Abszissenmaßstab abzulesen.

Für die Berechnung der Temperatursteigerung Δt ergibt sich aus Gl. (22)

$$\Delta t \frac{1}{c'\sqrt{h\,(D-d)}} = p\,n \quad \ldots \ldots \quad (24)$$

hiernach läßt sich gleichfalls unter Zuhilfenahme einer Hyperbel die Temperatursteigerung bestimmen. Wir brauchen hierzu die Größe des zweiten Gliedes der linken Gleichungsseite, das wir abkürzend mit

$$y = \frac{1}{c'\sqrt{h\,(D-d)}}$$

bezeichnen. Der Wurzelausdruck findet sich, indem wir in Abb. 5 von dem Punkte D längs der Hyperbel nach F, dem Schnittpunkte mit einem unter 45° durch den Kordinatenanfangspunkt gelegten Strahl übergehen, als Abszisse von F. Den Wert y erhält man als Ordinate des senkrecht über F gelegenen Punktes G, der einer Hyperbel mit dem Festwerte $1/c'$ angehört. Die gesuchte Temperatursteigerung ergibt sich nun, indem wir vom Punkt G wagerecht nach H, einem Punkte der Hyperbel pn, übergehen (Punkt J in Abb. 5). Man kann naturgemäß auch umgekehrt von Δt ausgehen. Weiter sei erwähnt, daß durch Δt gemäß Gl. (17) auch angenähert die Größe der Reibungsarbeit $a_r = \mu\,p\,v$ bestimmt ist und in Abb. 5 unter entsprechender Änderung des Maßstabes gleichzeitig mit Δt abgelesen werden kann.

Die absolute Zähigkeit η folgt schließlich gleichfalls unter Benutzung einer Hyperbel aus Gl. (4), die wir in der Form

$$\mu^2 p = \frac{\pi\,\alpha^2}{3 \cdot 10^5}\,\eta\,n$$

[18]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 236. Gramenz, Dinbuch 4 Berlin 1925, S. 80 u. f.

Abb. 5. Erläuterung des Vorganges bei einer Zapfenberechnung.

Abb. 6. Kurventafel zur Berechnung von Gleittragzapfen.

schreiben (Punkt L in Abb. 5). Unter dem Maßstab für die Zähigkeit η sind die nach den Ubbelohdeschen Tafeln[19]) umgerechneten Angaben in Engler-Graden beigefügt. Der an der Hand von Abb. 5 erläuterte Berechnungsvorgang ist sinngemäß bei Benutzung der Tafel, Abb. 6, zu befolgen. Die Abbildung enthält die entsprechenden Kurvenscharen und Strahlen, mittels welcher die gesuchten Größen von den einzelnen Maßstäben abgelesen werden können. Zur leichteren Handhabung der Tafel sind die Formeln in vereinfachter Schreibweise eingetragen.

[19]) Vergl. Ubbelohde, Tabellen zum Englerschen Viskosimeter, Leipzig 1918.

Grenzen der zulässigen Flächenpressung

Grenzen des zulässigen Flächendruckes ergeben sich aus der Werkstoffbeanspruchung, der Zapfenerwärmung und der Zähigkeit des Öles.

Der Gesichtspunkt der Beanspruchung ist schon klargestellt, indem wir bei einem gegebenen Längenverhältnis aus einem angenommenen Festigkeitswert k den noch zulässigen Flächendruck durch eine Senkrechte in Abb. 6 kennzeichnen können.

Abb. 7
Grenzkurven für den bei einer gegebenen Drehzahl höchsten zulässigen Flächendruck.

Gl. (24) läßt erkennen, daß man bei gegebener Drehzahl eine obere, durch die Erwärmung bestimmte Grenze für p erhält, wenn die linke Gleichungsseite einen Größtwert annimmt; das Lagerspiel und die Dicke der Schmierschicht sind hierfür maßgebend.

Hält man die Größe h, Abb. 3, angenähert an der durch die Bearbeitung gegebenen unteren Grenze und läßt bei größer werdendem $(D-d)$ Temperatursteigerungen etwa zwischen 40° und 60° zu, so kann man den Ausdruck für $p\,n$ konstant $(=C)$ halten und dadurch eine einfache Beziehung zwischen p und n gewinnen.

Zahlentafel 1 zeigt eine Aufstellung zusammengehörender Werte, denen auch die zugehörige, die Zapfenverlagerung kennzeichnende Größe χ beigefügt ist.

Zahlentafel 1

Δt ° . . .	40	45	50	55	60
$D-d$ mm	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
h . . . „	0,0132	0,0112	0,0103	0,0100	0,0099
χ	0,736	0,851	0,897	0,920	0,934
C	5500	5500	5500	5500	5500

Wir erkennen aus der Zusammenstellung, daß Zapfen mit kleinem Durchmesser oder kleinem Spiel $(D-d)$ verhältnismäßig reichlicher bemessen sind, während man bei großem Spiel $(D-d)$ schon die Grenzwerte für h und χ erreicht. Mit dieser Einschränkung können wir die Hyperbel

$$p\,n = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

als Grenzkurve für die Belastungsfähigkeit eines Zapfens bei vorgeschriebener Drehzahl ansehen, wenn die Temperatursteigerung ohne künstliche Kühlung innerhalb zulässiger Grenzen bleiben soll. Dem Charakter einer Grenzkurve entsprechend, liefert Gl. (25) bei $C = 5500$ naturgemäß nicht mehr ideale Ergebnisse. Sie soll nur einen Anhalt geben für die Bewertung von p, zur Nachprüfung der Betriebsverhältnisse an der Hand von Abb. 6. Mit kleineren Werten für C leistet Gl. (25) gute Dienste für Überschlagsrechnungen.

Eine dritte Grenze für den zulässigen Flächendruck p ergibt sich daraus, daß die zur Erzielung einer gewünschten Schmierschichtdicke h rechnungsmäßig erforderliche Zähigkeit η des Schmiermittels den üblichen Werten handelsmäßiger Ölsorten entsprechen muß.

Gl. (6) läßt erkennen, daß für einen bestimmten Wert von h bei sonst gleichen Umständen ein um so größerer Wert von η erforderlich ist, je größer der Flächendruck ist. Durch Einsetzen der Werte ψ und d aus Gl. (1) und (13) erhält man die Form

$$p^2 = \frac{\pi}{12 \cdot 10^3} \, \frac{\eta}{h\,(D-d)} \, P \, \frac{d}{l} \, n \quad . \quad (26).$$

Ein oberer zulässiger Grenzwert für p tritt bei größtem η und kleinstem $h(D-d)$ auf. Wir können $h(D-d)$ mit dem bei kleinen Zapfendurchmessern noch zulässigen Werte 0,0015 einführen. Für die Zähigkeit können wir festsetzen, daß wir über eine bestimmte Zähigkeit des Schmieröles — z. B. über ein bestimmtes E_{50} — nicht hinausgehen wollen. Formen wir zu diesem Zwecke Gl. (26) mit Hilfe von Gl. (8) und (22) um, so erhalten wir

$$p^2 = \frac{\pi}{12 \cdot 10^3} \, \frac{0{,}9\,E_{50}^{4/3}\,P\,\frac{d}{l}\,n}{h\,(D-d)\,[t_0 + c'\sqrt{h\,(D-d)\,p\,n}]^2} \quad . \quad (27),$$

und somit für einen gegebenen Wert $P\,d/l$ eine Grenzbeziehung zwischen dem Flächendruck p und der Drehzahl n. In Abb. 6 sind diese Grenzkurven für verschiedene Werte $P\,d/l$ eingetragen, die mit den Beiwerten

$$h\,(D-d) = 0{,}0015\,, \quad E_{50} = 8\,, \quad t_0 = 20\,°$$

aus Gl. (27) berechnet wurden.

Wir haben somit durch die drei Grenzkurven ein Gebiet herausgehoben, welches die höchste Belastungsfähigkeit eines Zapfens umgrenzt. Der Deutlichkeit wegen sind in Abb. 7 die Grenzkurven einzeln herausgezeichnet, und zwar entspricht die Gerade I der Festigkeits-, die Kurve II der Erwärmungs- und III der Zähigkeitsgrenze. Während Kurve II (in Abb. 6 strichpunktiert) allgemein gültig, ist die Gerade I von den Werten k und l/d, Kurve III von dem Wert $P\,d/l$ abhängig, also für jeden einzelnen Fall in Abb. 6 aufzusuchen.

Wir können sonach zu einer gegebenen Drehzahl n unmittelbar den zulässigen Flächendruck angeben und ersehen auch, ob in dem besonderen Fall Erwärmung, Festigkeit oder Ölzähigkeit maßgebend ist. Hierbei ist zu beachten, daß die Kurven II und III — als Grenzkurven — für die gerade noch zulässigen Werte von $(D-d)$, h und χ berechnet sind; es ist daher zweckmäßig, mit dem Flächendruck unter dieser Grenze zu bleiben. Außerhalb der in Abb. 7 schraffierten Fläche bis zur Graden I könnte das Stück *OBC* bei Verwendung besonders zäher Schmiermittel ausgenutzt werden, während der nicht schraffierte Teil zwischen I und II dem Gebiete der künstlichen Kühlung entspräche. Die erforderliche Kühlölmenge oder die sich ergebende Temperatursteigerung läßt sich aus Gl. (18) bestimmen, wobei ich bezüglich entsprechender Annahmen auf die Ergebnisse der Versuchsreihen von L a s c h e[20]) und v. F r e u d e n r e i c h[21]) verweisen möchte.

Schlußbemerkungen

Die vorstehenden Berechnungsgrundlagen beziehen sich nur auf den normalen Betriebzustand, wenn sich der Ölfilm schon ausgebildet hat. Während des An- und Auslaufens vollzieht sich aber die Zapfenbewegung zum Teil unter metallischer Berührung, und dies ist mit ein Grund für die Bedeutung des Lagermetalles. Die Verhältnisse in diesem Übergangsgebiete sind noch wenig erforscht und lassen sich wohl nur durch Versuche voll erfassen. Es wären aber auch im normalen Betriebsgebiete der Zapfen Versuche sehr zu begrüßen, die zur endgültigen Bestimmung der Beiwerte in den Gleichungen führen müßten. [B 812]

[20]) Vergl. L a s c h e - K i e s e r, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos, 3. Aufl. Berlin 1925.

[21]) v. F r e u d e n r e i c h, Untersuchungen an Lagern, Sonderabdruck aus den BBC-Mitt., Nov. 1920.

Vereinigte Motordrehleiter und Feuerspritze

Zu der Notiz in Z. Nr. 9 S. 304 erfahren wir nachträglich, daß in Deutschland bereits seit längerer Zeit solche Feuerwehrgeräte eingeführt sind. So hat z. B. die städtische Feuerwehr in Koblenz eine Drehleiter mit eingebauter Feuerspritze in Betrieb, die von der Firma Magirus entworfen und ausgeführt worden ist. Auch die Einrichtungen der Leiter bieten gegenüber den deutschen Konstruktionen nichts Neues, vergl. H e i n r i c h s, Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb, Z. Bd. 71 (1927) S. 941 u. f. [N 1444]

Unterwasserpumpen

Von Dipl.-Ing. H. Sauveur, Hannover-Wülfel

Kurzer Rückblick auf frühere Bauarten von Tauchpumpen — Darstellung einer wirksamen Abdichtung der Motorwelle — Entlastung des Abdichtungsringes dadurch, daß auch bei schwankendem Flüssigkeitsspiegel der Innendruck im Motor und der Außendruck der Flüssigkeitssäule gleich gehalten werden — Selbsttätige Regler hierfür — Verschiedene Ausführungen von U-Pumpen.

Der Gedanke, Elektromotoren mit Pumpen zu einem Maschinensatz mit lotrechter Welle zu vereinigen und unter Wasser arbeiten zu lassen, reicht weit zurück[1]).

Bereits im Jahre 1900 wird im DRP Nr. 125 180 (Max Schorch & Co.) ein solcher Maschinensatz geschützt. Der Elektromotor ist hier in einem dichten Gehäuse untergebracht. Das in diesen Raum eingeführte Druckgas soll das Eindringen von Wasser verhindern. Der Motor ist über der Pumpe angeordnet, so daß folgerichtig das spezifisch schwerere Gewicht des Wassers, der Gasüberdruck und die Stopfbüchse gegen das Eindringen in den Hohlraum wirken. Man kann dahingestellt sein lassen, ob die damals verwendeten Elektromotoren den Schwierigkeiten des Unterwasserbetriebes gewachsen waren. Wenn die Erfindung nicht an Boden gewann, so lag der Grund dazu wahrscheinlich an der mangelhaften Stopfbüchse.

Im Jahre 1902 wird das DRP Nr. 145 696 (Wilh. Gscheidlen) auf einen in einer Tauchglocke untergebrachten Motor erteilt, der weder die Verwendung eines künstlich erzeugten Überdruckes noch einer Stopfbüchse erheischt. Bei fallender Temperatur schlägt sich hier der Dampf der Förderflüssigkeit auf der Wicklung nieder, deren Isolation damals der ständigen Einwirkung von Feuchtigkeit nicht standhalten konnte.

Im Jahre 1911 erscheint das englische Patent 17 716 (Thomas Lancelot Reed Cooper), nach dem der Motor mit Transformatorenöl gefüllt wird. Das Öl steht dabei unter einem besonderen Überdruck, der über den Außendruck der Förderflüssigkeit hinausgeht. Der Konstrukteur verfolgt die Absicht, einen schwachen Ölstrom durch die niemals ganz dichte Stopfbüchse hindurch nach außen gelangen zu lassen und so das Eindringen der Flüssigkeit mit Sicherheit zu verhindern.

Für flache Brunnen, kleinere Verhältnisse und wenn es sich um aussetzenden Betrieb handelt, wendet man auch gegenwärtig noch statt der Druckluftfüllung des Motors die Ölfüllung an.

Für Trinkwasserzwecke ist freilich diese Ausführung nur dann ratsam, wenn man durch eine besondere Vorrichtung das durch die Stopfbüchse entweichende Öl unschädlich abführt.

Der Leistungsbedarf steigt bei ölgefüllten Motoren infolge der vergrößerten Ankerreibung je nach der Ausführung um 10 bis 15 vH. Diesen Verlust könnte man in den Kauf nehmen, wenn die Sicherheit solcher Anlagen außer Zweifel stände. Es bleibt aber eine unangenehme Begleiterscheinung der ölgefüllten Motoren bestehen, nämlich das Auswaschen der Isolationsmasse durch herumgewirbeltes Öl. Man muß zugeben, daß diese Erscheinung seit der Anwendung der neuen Isolationsverfahren auf ein erträgliches Maß zurückgeführt werden konnte, aber doch nur unter der Bedingung der geringen Anstrengung der Anlage.

Schon sehr früh[2]) wurde die Steigleitung zum Aufhängen des Maschinensatzes und die durch eine Ummantelung hindurch geförderte Flüssigkeit zur Kühlung des Motors benutzt.

Auch in der letzten Zeit hat man an den Unterwassermotoren viel gearbeitet. Nennenswerte Schwierigkeiten auf rein elektrischem Gebiet bestehen nach der Entwicklung, die der Kurzschlußmotor genommen hat, und dank der neuen Isolationsarten und Werkstoffe kaum mehr. Die Durchführung der Ankerwelle durch das Gehäuse des Motors und ihre Dichtung sind ebenfalls verbessert worden.

[1]) Wettich: Z. Bd. 55 (1911) S. 617, 690; vergl. a. Bd. 51 (1907) S. 556, Bd. 54 (1910) S. 1206, Bd. 68 (1924) S. 736.
[2]) Amerikanisches Patent 797 059/1905, Per Johan Hedlum.

Abb. 1 Schema für das Zusammenwirken von Stopfbüchse und Überdruckregler.

a Abdichtungsring
b Regler
c steuernde Membran
d Feder zur Einstellung des Mehrdrucks im Motor

Abdichtung

Das Grundsätzliche einer solchen Abdichtung zeigt Abb. 1. Auf der Ankerwelle dicht aufgeschliffen, so daß er axiale Bewegungen ausführen kann, sitzt ein Ring *a*, der sich mit der Welle dreht. Er wird durch eine Feder mit geringer Spannung gegen seine Unterlage gedrückt. Das Eindringen von Flüssigkeit ist bei dieser Anordnung sowohl während des Laufens als während des Stillstandes sehr erschwert.

Neben dem Motor, also etwa gleich tief eingetaucht, ist der Regler *b* zu denken. Auf seine steuernde Membran *c* wirken drei Kräfte: der Druck der kleinen Feder *d* zuzüglich des statischen Druckes der Flüssigkeit von einer Seite und der Innendruck vom Motor her von der andern Seite. Der Regler mindert die Spannung des von oben her durch eine Leitung zugeführten hochgespannten Gases (in der Regel Druckluft) auf einen Betrag, der dem Gleichgewicht der drei erwähnten Kräfte entspricht.

Die Schwankungen des Flüssigkeitsspiegels wirken auf die Membran derartig, daß dauernd der Innendruck des Motors den Außendruck der Flüssigkeit um einen bestimmbaren kleinen Betrag übersteigt. Drucküberschüsse im Motor entweichen unter dem gelüfteten Ring *a*, der in diesem Fall wie ein Überdruckventil wirkt.

Auch bei schwankendem Flüssigkeitsspiegel wird also der Druck auf die wirksame Fläche des Ringes *a* von innen wie von außen stets annähernd gleich groß gehalten. Der Ring ist also nahezu entlastet und wird nur mit einem bestimmten kleinen Restdruck auf seiner Unterlage gehalten. Diesen Druck kann man durch Bemessung und Einstellung der Federn im Regler und Ring *a* festlegen.

Trotz zuverlässiger Abdichtung ist die Abnutzung dieser Stopfbüchse gering, da ein nennenswerter Anpreßdruck fehlt. Die Kühlung des in der Förderflüssigkeit umlaufenden Ringes *a* ist vollkommen.

Der natürliche Ort des Reglers ist am Motor, in Höhe der Stopfbüchse. Es ergeben sich aber hierbei Nachteile. Die hinabführende Gasleitung steht unter höherem Druck. Der verminderte Druck im Motor kann nur über eine besondere Druckmesserleitung nach oben beaufsichtigt werden. Beim Bruch der Reglermembran wird der Motor überflutet, wenn man nicht unwillkommene Schwimmerventile, die überdies auch nicht unbedingt zuverlässig sind, anordnen will.

Abb. 2
Schema für die Anordnung des Überdruckreglers über Tage.

a Abdichtungsring
b Regler
c steuernde Membran
d Feder, die auf die Membran drückt
e Umführungsventil

Daher hat man in der praktischen Ausführung der Garvenswerke, Abb. 2, eine Tauchglocke angeordnet, von der eine Leitung mit kleinem lichten Durchmesser nach dem über Tage angeordneten Überdruckregler führt.

Unter der Bedingung, daß der Inhalt der Tauchglocke V zum Inhalt ihrer Leitung v in dem Verhältnis steht: $V = \frac{h\,v}{10}$, wobei h die größte Höhe des Wasserspiegels in m über der Tauchglocke bedeutet ($p_2 : p_1 = (V + v) : v$ isothermisch), steigt die in die Tauchglocke eindringende Flüssigkeit bei höchstem Wasserspiegel nicht höher als bis zur oberen Begrenzung der Tauchglocke.

Der Regler enthält Anschlüsse für die Druckzeiger zum Messen des verminderten Druckes im Motor und des Druckes in der Tauchglocke. Dieser ist gleichzeitig ein Maßstab für die Höhe des Flüssigkeitsspiegels im Brunnen. Das Ventil *e* ist gewöhnlich geschlossen. Wird das Ventil für kurze Zeit geöffnet, so gelangt Druckluft in die zur Tauchglocke führende Leitung. Sollte also die Luft in der Tauchglocke allmählich im Wasser gelöst oder durch Undichtheit verloren sein, ein Umstand, den man schon im Entstehen am Druckzeiger der Tauchglockenleitung wahrnehmen kann, so wird sie durch diese einfache Maßnahme ersetzt. Ein Drucküberschuß entweicht aus der offenen Tauchglocke, so daß sich nach dem Schließen des Ventils *e* ohne weiteres wieder der Druck einstellt, der der jeweiligen Flüssigkeitshöhe im Brunnen entspricht.

Abb. 3 und 4 zeigen die Ausführung des Überdruckreglers, *h* ist das Umleitungsventil zur Tauchglocke.

Das Auf- und Abhaspeln des Kabels und der Luftleitungen bereitet keine Schwierigkeiten, wenn (bei großen Tiefen) Trommeln benutzt werden, in die die Strom- und Luftleitungen gegebenenfalls durch Schleifringe oder drehbare Stopfbüchsen eingeführt sind. Bei einer aus 667 m Tiefe fördernden Pumpe zeigten sich auch nach oft wiederholtem Heraufziehen und Ablassen keine Beschädigungen oder Störungen.

Neuere Pumpenausführungen

Abb. 5 zeigt die Ausführung einer Motorpumpe, die ebenfalls von den Garvens-Werken erbaut ist. Den Motor hat man hier nur mit dem unteren Flansch an den anderen

Abb. 3 und 4
Ausführung des Überdruckreglers für schwankenden Flüssigkeitsspiegel

a Anschluß zur Tauchglocke
b Membran
c Feder zur Einstellung des konstanten Mehrdrucks im Motor
d Anschluß zur Hochdruckleitung
e Reinigungsfilter
f Druckminderventil
g Anschluß zum Motor
h Umführungsventil
i Druckzeiger für den verminderten Druck
k „ „ Druck in der Tauchglocke, zugleich Wasserstandzeiger

Abb. 5
Ausführung einer Unterwasserpumpe mit Motor.

a Abdichtungsring
b Umführungsrohr
c Tauchglocke

Abb. 6
Anordnung der Tauchglocke unterhalb der Pumpe.

Abb. 7
Ausführung mit gewöhnlichen Stahlrohren zum Hochführen der Förderflüssigkeit.

Zu Abb. 6: *a* Tauchglocke *b* Pumpe *c* Motor *d* eines der Förderrohre

Maschinenteilen befestigt. Er kann sich also in seiner Längsrichtung frei ausdehnen, falls er sich beim Sinken des Wasserspiegels bis zur Höhe der Pumpe stärker erwärmt als die übrigen Maschinenteile.

Das Druckwasser wird nach Abb. 5 mittels zweier gegossener Rohre *b* von bohnenförmigem Querschnitt hochgeführt. Die Tauchglocke *c* ist in die Umführungsteile der Pumpe eingegossen.

Die Tauchglocke *a* kann, wie aus Abb. 6 hervorgeht, auch unter der Pumpe *b* angeordnet werden. Den Unterschied in der Tauchtiefe der Tauchglocke gegenüber der Motorstopfbüchse benutzt man in diesem Fall, um die Wirkung der Feder *c*, Abb. 3, teilweise zu ersetzen.

Nach Abb. 7 werden dort, wo reichliche Brunnendurchmesser zur Verfügung stehen, gewöhnliche Stahlrohre zur Hochführung der Förderflüssigkeit um den Motor herum verwendet. Auf diesem Bild erkennt man auch den Motor größeren Durchmessers, den man dem kostspieligeren, gestreckten Motor vorzieht, falls die Abmessungen des Brunnens es gestatten.

Abb. 8 zeigt die Ausführung mit Stahlmantel zum Hochführen der Förderflüssigkeit. Diese Art der Umführung wird angewendet, wenn enge Brunnendurchmesser vorliegen oder mit dauernd niedrigem Wasserstand, also stärkerer Erwärmung des Motors, zu rechnen ist.

Abb. 10
Überdruckregler für unveränderlichen Wasserspiegel.

a Druckzeiger
b Membran
c Einstellfeder
d Anschluß zur Hochdruckleitung
e Reinigungsfilter
f Druckminderventil
g Anschluß zum Motor

Wo es gilt, die Flüssigkeit aus sehr großen Tiefen zu fördern, muß man mit besonders kleinen Bohrlochdurchmessern rechnen. In diesen Fällen ist eine Umführung der Flüssigkeit auch mittels des Stahlmantels der Abb. 8 nicht mehr möglich. Man muß dann vielmehr nach Abb. 9 den Motor unterhalb der Pumpe anordnen.

Wenn in einem Bohrloch trotz vollen Betriebes keine nennenswerte Senkung des Flüssigkeitsspiegels zu erwarten ist, wird die Tauchglocke unnötig. Der für solche Verhältnisse geeignete Überdruckregler ist in Abb. 10 dargestellt. Der mit dem Wasserspiegel schwankende Druck in der Tauchglocke ist durch den gleichbleibenden Druck der Feder *c* ersetzt.

Abb. 8
Ausführung mit Stahlmantel zum Hochführen der Förderflüssigkeit.

Abb. 9
Anordnung des Motors unterhalb der Pumpe für große Wassertiefen und kleine Bohrlochdurchmesser. Die Flüssigkeit wird durch die Schlitze in der Mitte angesogen.

Überdruckvorrichtungen

Der Druckluftverbrauch der Motoren kann bei richtiger Abstimmung zwischen Innen- und Außendruck sehr gering gehalten werden. In manchen Fällen genügt daher die Anwendung einer kleinen Handluftpumpe, s. Abb. 11, mit der hin und wieder einige Liter Luft verdichtet werden müssen.

Bei wichtigen Anlagen, die durch Monate hindurch Tag und Nacht ohne Aufsicht zu laufen haben, baut man eine selbsttätig wirkende Überdruckvorrichtung nach Abb. 11

Abb. 11
Selbsttätig wirkende Überdruckvorrichtung für die zum Kühlen des Motors erforderliche Druckluft.

ein. Sie enthält lediglich Maschinenteile, die sich nach jahrzehntelangen Erfahrungen bei der Druckluftbremse bewährt haben. Diese kleine Anlage ist so gebaut, daß man die wichtigsten Teile bei weiterlaufender oder wenigstens am Ort verbleibender Pumpe vorübergehend absperren und an ihnen Arbeiten vornehmen kann.

Wie sparsam der Verbrauch an Druckgas ist, erhellt daraus, daß eine solche Anlage zur Versorgung eines 11 kW-Motors in 35 m Tauchtiefe trotz ihrer Kleinheit in zwei Tagen nur wenige Minuten zu arbeiten hat. Sie nutzt sich daher nicht merkbar ab und kann eigentlich erst dann voll ausgenutzt werden, wenn sie gleichzeitig mehrere Pumpensätze zu bedienen hat.

Diese Erkenntnis legte ursprünglich den Gedanken nahe, die Überdruckvorrichtung nach Abb. 11 durch einen kleinen Luftverdichter zu ersetzen und diesen in Verbindung mit dem Überdruckregler im Innern des Unterwassermotors unterzubringen, Abb. 12. Der Antrieb durch den Anker des Unterwassermotors hätte dabei keine Schwierigkeiten bereitet. Auch die selbsttätige Ein- und Ausschaltung des Verdichters in Abhängigkeit vom Flüssigkeitsspiegel hätte man mühelos einrichten können. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung würde in der Kürze der Leitungen gelegen haben. Man hätte lediglich ein Rohr zum Ansaugen der Luft von über Tage her einbauen müssen.

Mit voller Absicht hat man aber für Regelfälle auf diese Vorteile verzichtet. Die Erfahrung hat gezeigt, daß man in der Lage sein muß, die Vorgänge im Motor jederzeit über Tage abzulesen, daß der Maschinensatz unter Wasser nicht einfach genug gebaut sein kann, daß man daher vor allen Dingen vermeiden muß, im getauchten Motor Hilfsvorrichtungen unterzubringen, an denen während des weiteren Betriebes der Pumpe keine Überwachungs- oder kleinen Ersatzarbeiten ausgeführt werden können.

Es muß auch möglich sein, bei stillgesetzter Unterwasserpumpe, z. B. bei Stromstörungen, den Überdruck über längere Zeit hinweg aufrechtzuerhalten. Diese Forderung schließt den Antrieb des Luftverdichters durch den Anker des Unterwassermotors aus.

Abb. 12
Schema für den Einbau der Überdruckanlage in den Pumpenmotor.

Der Ort der Überdruckanlage nach Abb. 12 ist von dem Ort des Brunnens unabhängig. Man kann sie der Überwachung durch einen Maschinisten anvertrauen, dessen Arbeitsort von dem Brunnen entfernt liegt.

Die Wartung der Überdruckanlage ist einfach. Sie braucht ebenso wie die Pumpe nicht dauernd beaufsichtigt zu werden, sondern kann im allgemeinen sich selbst überlassen bleiben. [B 1068]

Doppel-exzentrische Lagerung

Bei der Lagerung von Wellen, Bolzen oder Zapfen ist es in vielen Fällen nach dem vollständigen Einbau des Lagers notwendig, die Mitte des Lagers zwecks Feineinstellung etwas zu verschieben. Hierfür werden im allgemeinen Keile, Stellschrauben oder einfache Exzenter verwendet. Keile und Stellschrauben erfordern aber meist eine umständliche Bauart und gewährleisten nicht unter allen Umständen sichere Feststellung des Lagers. Bei einfachen Exzentern kann man die Lagerachse nur auf einem Kreisbogen, also nicht in jede gewünschte Lage verschieben.

Dies wird bei dem auch für schwere Belastungen verwendbaren Doppelexzenterlager, Abb. 1 und 2, der Ardeltwerke, G. m. b. H., Eberswalde, vermieden, bei dem exzentrische Lagerschalen, die kegelig oder zylindrisch sein können, paarweise ineinander drehbar sind.

Sind beide Büchsen so eingestellt, daß ihre Exzentrizität nach entgegengesetzten Seiten zeigt, so fällt die Achse der Welle mit der Achse des Lagerkörpers zusammen. Werden die Büchsen derart verdreht, daß beide Exzentrizitäten nach der gleichen Richtung zeigen, so weicht die Achse der Welle um die Summe beider Exzentrizitäten von der Mitte des Lagerkörpers ab. Man kann somit innerhalb eines Kreises, der um die Mitte des Lagerkörpers mit einem Halbmesser gleich der Summe der Exzentrizitäten beider Lagerschalen gezogen ist, nachträglich jede gewünschte Lage der Wellenachse einstellen. Dabei wird, im Gegensatz zu den Nachstelleinrichtungen mit Keilen oder Stellschrauben, die im Zapfen wirkende Kraft auf den Lagerkörper in der gleichen Weise und mit der gleichen Sicherheit übertragen wie bei Lagerschalen mit zentrischer Bohrung. [M 1153]

Eberswalde Obering. Fr. Woeste

Abb. 1 und 2
Doppelexzentrische Spurzapfenlagerung eines Schleusenstemmtores.

RUNDSCHAU

Werkzeuge

Schneidstähle mit aufgeschweißten Schneidplättchen

Bis etwa 1900 beherrschte der Schneidstahl aus Kohlenstoff-Werkzeugstahl die metallbearbeitenden Werkstätten. Seit der Jahrhundertwende bis zum Weltkriege bürgerten sich die Schnellstähle ein. Gemeinsam war beiden Stahlarten der Nachteil, daß Schaft und Schneidenkopf aus dem gleichen Werkstoff bestanden; das bedingte große Verluste bei Härtefehlern, durch Abfall und dergleichen. Im Kriege brachte der Zwang zur sparsamsten Verwendung der Schnellstahlbestände den Übergang zum Stahl mit aufgelötetem Schneidplättchen und damit größere Wirtschaftlichkeit; aber erst in den letzten Jahren wurde, wie Drescher zeigt[1]), diese Stahlform auf Grund eingehender Versuche so durchgebildet, daß sie hinsichtlich billiger Herstellung, Ersparnis an Stahl, Haltbarkeit, Lebensdauer und Leistung den höchsten Anforderungen entsprach. Erreicht wurde dies durch folgende Mittel: Günstigste Schneidenform nach DIN 771; Übergang vom flachen zum dreieckigen oder trapezförmigen Plättchen und zum elektrischen Aufschweißen, wodurch innige Verbindung zwischen Plättchen und Stahl sowie lange Lebensdauer erzielt wird; außerdem wird durch Auswalzen dieser genormten Schneidplättchen erheblich an Werkstoff und Arbeit gespart. Abb. 1 zeigt einen genormten Schneidstahl mit Schneidplättchen.

Zu diesen Fortschritten in Form und Herstellung tritt ein weiterer mit der Entwicklung der Hartmetalle, von denen zwei Gruppen: die Wolfram-Karbid-Gruppe und die Stellit-Gruppe, unterschieden werden. Die gesteigerte Leistung solcher Stähle erhellt aus Abb. 2. Die Zahlen stellen Mittelwerte aus der laufenden Fertigung dar.

Die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Stählen mit aufgeschweißten Schneidplättchen aus Hartmetall muß man in jedem Fall sorgfältig prüfen. Maßgebend ist u. a., daß Antriebleistung und Betriebzustand der vorhandenen Maschinen die volle Ausnutzung der hochwertigen Werkzeuge überhaupt gestattet; zu prüfen ist ferner, ob die längere

Stahl mit Plättchen (Schneidenform nach Klopstock)
Hartmetall oder Schnellstahl hart gelötet oder aufgeschweißt seit 1925
RZ1269Z1

Abb. 1
Genormter Schneidstahl

	Kohlenstoffstahl	Schnellstahl	Hartmetall A	Hartmetall B
Gesamt-Schnittzeit	t = 66 min	t = 65 min	t = 87 min	t = 468 min
	1 R. Scheibe in 16,5 min	1 R. Scheibe in 6 min	1 R. Scheibe in 2,18 min	1 R. Scheibe in 2,18 min
	v = 7 m/min	v = 18 m/min	v = 30 m/min	v = 30 m/min
	s = 0,94 mm/Umdr.	s = 0,34 mm/Umdr.	s = 0,59 mm/Umdr.	s = 0,59 mm/Umdr.
Stück	4 Stück	11 Stück	40 Stück	215 Stück
Spangew.	2,1 kg	6 kg	21,5 kg	118 kg

RZ1269Z2

Abb. 2
Dauerschnittleistung einer Werkzeugschneide beim Überdrehen von Riemenscheiben mit 120 mm Dmr., 103 mm Breite; Werkstoff: Gußeisen mit Brinellhärte 170.

Schneidhaltigkeit allein die Verwendung der teueren Hartmetalle rechtfertigt. Bei Massenfertigung und Hochleistungsmaschinen würden solche Stähle mit Hartmetallplättchen das Mittel wirtschaftlichster Herstellung bilden, sofern der Werkzeugmaschinenbau Maschinen entwickelt, welche die volle Ausnutzung der Schneidmetalle gewährleisten.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen kommt Kreide[2]) auf Grund einer Untersuchung über die wirtschaftliche Herstellung und Instandhaltung aufgeschweißter Schneidmetalle. Er prüft besonders die Frage, ob es wirtschaftlicher ist, Hochleistungsmetalle als vollen Stahl oder in Form aufgeschweißter Plättchen zu verwenden, und untersucht für beide Fälle Herstellkosten, Instandhaltungskosten und Ausnutzungsmöglichkeiten für Stähle verschiedener Größen (Gewichte) und Preislagen. Dabei ergab sich die Grenzkurve nach Abb. 3 für die Wirtschaftlichkeit der Herstellung beider Stahlformen.

Für die Instandhaltungskosten und Ausnutzungsmöglichkeit ist zugunsten des aufgeschweißten Plättchens entscheidend, daß härtbare Stähle durch mehrfaches Umschmieden und Härten rasch an Schneidfähigkeit einbüßen (Versuche von Schlesinger); auch falsche Warmbehandlung würde beim Vollstahl das ganze Stück schädigen, im andern Falle nur das Schneidplättchen, würde also weit geringeren Verlust an Werkstoff mit sich bringen. [M 1269] Spr.

Preis des Schneidmetalls für 1 kg (M/kg): 300, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 1
In diesem Bereich ist der aufgeschweißte Stahl wirtschaftlicher herzustellen
In diesem Bereich ist der Vollstahl wirtschaftlicher herzustellen
Schaftquerschnitt des Stahles: 20 40 60 80 100, 200, 300 mm², 400
RMG1588Z2

Abb. 3
Wirtschaftlichkeitsvergleich in bezug auf die Herstellung von Vollstählen und Aufschweißstählen.

Werkstoffuntersuchung

Über die Verteilung der Anstrengung und den Stauchvorgang in zylindrischen Druckkörpern[1])

Die Erforschung der Umformungsvorgänge in Stauchkörpern ist von großer Wichtigkeit für die Klärung der verwickelten Erscheinungen beim Walzen und Schmieden. Man hat die Aufgabe bisher dadurch zu lösen versucht, daß man die Versuchskörper um einen gewissen Betrag bleibend stauchte und nachträglich an der Hand von Fryschen Kraftlinien die Änderungen in dem Gefüge und damit die Größe und Richtung der plastischen Verformungen untersuchte. Eine volle Klärung kann man aber erst erwarten, wenn es gelingt, die Größe und Verteilung der elastischen Anstrengungen im Körper zu ermitteln. Denn bei allen festen Stoffen treten bleibende Verformungen erst auf, nachdem die Anstrengung in dem betrachteten Körperteil einen für jeden Werkstoff kennzeichnenden Betrag, die Elastizitäts- oder Fließgrenze, erreicht hat. Die vorliegende Arbeit bezweckte deshalb die versuchsmäßige Feststellung der in einem langen zylindrischen Druckkörper auftretenden elastischen Anstrengungen.

Um im Innern von Stauchkörpern die elastischen Formänderungen verfolgen zu können, wurden die Versuchskörper aus einem sehr durchsichtigen elastischen Gel hergestellt. An diesen durchsichtigen Körpern konnten die durch das Stauchen verursachten elastischen Verformungen eines im Körperinnern angebrachten Schichtliniensystemes von außen her beobachtet werden. Das Schichtliniensystem war durch ein Netz aus dünnen, schwarzen Fäden von genügender

[1]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 49.
[2]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 55.

[1]) Auszug aus einer im Oktober 1927 erschienenen Dissertation der Techn. Hochschule Aachen. Die Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Rötscher im Laboratorium für mechanische Technologie durchgeführt. Einzelheiten und weitere Untersuchungen sind aus der vervielfältigten Dissertation zu ersehen.

Abb. 4
Versuchsanordnung.

a Druckplatte der Festigkeitsmaschine
b Glasplatten
c Versuchskörper
d Druckstempel
e Quarzkipplampe
f Lichtbildkammer

Elastizität gebildet und so eingebracht, daß es die Homogenität des Körpers nicht merklich störte. Es lag im Körpermittelschnitt und teilte ihn in viele Quadrate, ähnlich einem Koordinatensystem. Von den Versuchskörpern wurden im ungestauchten und gestauchten Zustande Lichtbilder aufgenommen und auf den Lichtbildern die Verformungen der kleinen Quadrate ausgemessen.

Da infolge der Rundung des Körpers das Fadennetz im Körperinnern bei der Betrachtung in freier Luft verzerrt erschien, wurde der Versuch unter einer Flüssigkeit vorgenommen, die den gleichen Brechungsindex hatte wie das Gel, im übrigen aber keinerlei Einwirkungen auf den Gelstoff zeigte. Der Körper stand also während der Dauer des Versuches in einem Gefäß unter der Flüssigkeit, während die Beobachtung und das Aufnehmen durch planparallele, geschliffene Glasplatten hindurch geschah, die Vorder- und Rückwand des Gefäßes bildeten. Hierdurch gelang es bei Verwendung von einfarbigem Licht, scharfe, unverzerrte Aufnahmen von dem im Körperinnern befindlichen Netze zu erhalten.

In Abb. 4 ist die Versuchsanordnung im Aufriß schematisch dargestellt. Auf der Druckplatte der Festigkeitsmaschine *a* steht das Gefäß mit den Glasplatten *b*. In ihm steht in der Flüssigkeit der Versuchskörper *c*, der durch den verlängerten Druckstempel *d* der Festigkeitsmaschine einer Druckbelastung ausgesetzt wird. *e* ist eine Quarzkipplampe zum Durchleuchten des Körpers, *f* die in genügendem Abstand aufgestellte Lichtbildkammer.

Abb. 5 bis 10 zeigen die Aufnahmen eines Körpers von den Abmessungen $h = 88$ mm, $d = 46$ mm, entsprechend einem Abmessungsverhältnis von $h/d \sim 1{,}9$ unter Spannungsstufen von 0,03, 0,15, 0,27, 0,39, 0,51 und 0,03 kg/cm² des ursprünglichen Körperquerschnitts. Aus Abb. 5 und 8 mit den mittleren Spannungen 0,03 und 0,39 kg/cm² wurden mittels Meßmikroskopes die Radialdehnungen der kleinen wagerechten Teilstrecken festgestellt. Aus ihnen ließen sich dann mittels der Vereinfachungen, die die Volumengleichheit des Versuchsstoffes und die rotationssymmetrische Gestalt des Körpers bot, Axial- und Tangentialdehnung sowie Schiebung rechnerisch herleiten. Die Schiebung wurde mit der größten Normaldehnung zur resultierenden Dehnung zusammengesetzt, so daß nunmehr an allen Stellen des Körpers die Hauptdehnung als Maß der Anstrengung im Sinne der St. Venantschen Theorie bekannt war.

Abb. 11
Mittelschnitt des Versuchskörpers.

Abb. 11 zeigt den Mittelschnitt des Versuchskörpers. In bezug auf Verteilung der Anstrengung kann der Körper in drei Teile gegliedert werden:

0,13 kg/cm² 0,15 kg/cm² 0,27 kg/cm²

0,39 kg/cm² 0,51 kg/cm² 0,03 kg/cm²

Abb. 5 bis 10
Aufnahmen eines zylindrischen Gelkörpers bei verschiedenen Drucklasten.

1. Das Mittelstück *b* unterliegt in Annäherung einem einachsigen Spannungszustande, dem gleichmäßig verteilten Druck $\sigma = -P/F$;
2. die Stücke *a* an den Druckplatten enthalten einen dreiachsigen Spannungszustand, der sich von Punkt zu Punkt ändert.

Die Anstrengung im Teil *b*, die gleichmäßig verteilte Druckspannung $\sigma = -P/F$, wurde als Einheit der auftretenden Anstrengungen angenommen und auf sie sämtliche ermittelten Anstrengungen umgerechnet. Im Teil *a* sind einige Trajektorien gleicher Anstrengung eingezeichnet, und zwar die der größten überhaupt vorkommenden von $A_{max} = -1{,}06\ P/F$, weiter die von

$$A = -[0{,}954,\ 0{,}840,\ 0{,}719]\ P/F.$$

Abb. 11 zeigt, daß die Flächen gleicher Anstrengung Rotationskörper hyperboloidähnlicher Form sind, die sämtlich die Körperkante schneiden. Zur Endfläche hin nähert sich mit $A = 0$ die Gestalt der Fläche gleicher Anstrengung einer Ebene, zur Körpermitte hin annähernd einem Kegel von etwa 0,6 *d* Höhe. Oberhalb der kegeligen Fläche sinkt die Anstrengung auf den Wert $-P/F$ im Mittelstück *b* und fällt dann in den Mantelzonen des Teiles *a* nach den eingezeichneten Trajektorien wieder auf 0 nach der Körperkante zu ab.

Durch die Trajektorienfläche $A_{max} = -1{,}06\ P/F$ wird also der Teil *a* in einen annähernd kegelförmigen Kern und ein Ringstück geteilt. An der Oberfläche des Kernes entsteht die größte überhaupt vorkommende Anstrengung, die um 6 vH über der gleichmäßig verteilten Druckspannung liegt. Hierdurch ist der Verformungsvorgang im plastischen Bereich ohne weiteres klar:

Bei einer bestimmten Last erreicht die Anstrengung in der Fläche $A_{max} = -1{,}06\ P/F$ zuerst die Fließgrenze. Die Zonen I in Abb. 12 kommen zur ersten bleibenden Verformung und rutschen ab[2]). Infolgedessen dringen die Kerne in den Körper ein und weiten die Ringe unter Endausbauchung auf, während sich das Mittelstück *b* des Körpers infolge der gleichmäßig verteilten Anstrengung an allen Stellen gleichmäßig verformt und somit seine zylindrische Gestalt beibehält, Abb. 13, Zonen II und III. Hat sich an den geflossenen Stellen durch Verfestigung die ursprüngliche Fließgrenze z. B. von 1000 auf 1200 kg/cm² erhöht, entsprechend dem 1,06/0,84fachen, so muß die Drucklast in gleichem Maß erhöht werden, um weitere Verformungen an den schon geflossenen Stellen zu erzeugen. Bei der Erhöhung der

[2]) Vergl. Nehl, Über die Vorgänge beim Druckversuch. Diss. Aachen, 1923. Abb. 18 bis 23 in der Arbeit von Nehl, die den Mittelschnitt verschieden stark gestauchter Weicheisenzylinder in Fryscher Ätzung zeigen, erweisen, daß die erste bleibende Verformung auftritt in einer Zone, die den Mantel eines Kegels darstellt.

Abb. 12 bis 14
Verformungsvorgang in einem zylindrischen Stauchkörper.

)rucklast erreicht die Anstrengung in gewissen Zonen des islang unverformt gebliebenen Kernes ebenfalls die Fließ-renze, in dem gewählten Beispiele bis zur Trajektorien-läche $A = -0{,}84\ P/F$, in der die Anstrengung mit $-1200 \cdot 0{,}84 = c\ (-1000)$ kg/cm² gerade die ursprüngliche 'ließgrenze erreicht, Abb. 14, Zonen IV. Damit bleibt ein nverformtes Gebilde über der Druckplatte stehen, ähnlich inem stumpfen Rotationshyperboloid[3]). Bei diesen Be-rachtungen ist angenommen, daß der durch Abb. 11 wieder-egebene Anstrengungszustand auch nach örtlichen Fließ-renzüberschreitungen vorhanden ist. Dieses dürfte in erster nnäherung zutreffen.

Vergleicht man die gefundenen Ergebnisse mit den be-üglich des Stauchvorganges bestehenden Ansichten, so er-ennt man die Riedelsche[4]) als mit ihnen im Einklang be-efindlich. Dem festgestell-en Kerngebilde entspricht er Druckkegel der Riedel-chen Theorie, wie auch Riedel Ringe und Mittel-tück unterscheidet. Aller-ings ist der Kern nicht ls ein starres Gebilde auf-ufassen. Erst durch die 'atsache, daß im Kern-nnern die Anstrengungen vesentlich kleiner sind als m Ring und Mittelstück, st er, auf den gesamten tauchvorgang bezogen, ge-vissermaßen widerstand-ähiger. Auch der Kern nuß im Innern, wie oben ezeigt, bei höheren Be-astungen gewissen plasti-chen Verformungen unter-iegen. Diese bleiben je-och klein. Am stärksten nacht sich die Verformung eltend an der Oberfläche es Kernes auf Grund der ort herrschenden maxi-nalen Anstrengung. Der toff gleitet längs des Kern-nantels und lagert sich nter Vergrößerung der Druckfläche etwas weiter nterhalb wieder an. Hier-urch wächst gleichzeitig Umfang und Höhe des Ker-es, da die Trajektorien-läche der maximalen An-trengung durch die neue örperkante läuft. Das Ab-leiten findet beim weite-en Stauchen längs des euen Kegels statt.

Köln [M 1100]

Dr.-Ing. M. Schunck

[3]) Vergl. Hennecke, armstauchversuche mit per-ischen, martensitischen und stenitischen Stählen. Dissert. tchen, 1926. In guter Überein-mmung mit den obigen Über-gungen stehen Abb. 3 und 4 r Arbeit von Hennecke, die n Mittelschnitt warm gestauch-Weicheisenzylinder nach Re-istallisation und Korngrenzen-ung zeigen.

[4]) Fr. Riedel, Grund-zen zur Ermittlung des Ar-itsbedarfes beim Schmieden ter der Presse, Forschungs-beiten d. V.d.I. Heft 141 (1911).

Hebezeuge

30 t-Turmdrehkran mit Umsetzvorrichtung für ein Trockendock.

Als zweckmäßigstes Hebezeug für Dockanlagen hat sich bisher der fahrbare Portaldrehkran mit einziehbarem Ausleger erwiesen, da er den Verkehr an den Dockwänden verhältnismäßig wenig stört und mit seinem Lasthaken so ziemlich jede gewünschte Stelle erreichen kann. Die Ausladung der Krane ist dabei so bemessen, daß sie bis reichlich zur Mitte des Docks reicht. Zur Bedienung sind also auf beiden Seiten gleichartige Hebezeuge erforderlich.

Da diese Hebezeuge wohl niemals gleichzeitig vollbeschäftigt sind, wurde bei einer vor kurzem in Antwerpen in Betrieb genommenen Dockanlage zur Bedienung der beiden Längsseiten nur ein Turmdrehkran, Abb. 15 und 16, vorgesehen, der mit einer eigenartigen Vorrichtung zum Überheben des Kranes auf andre Gleise ausgerüstet ist. Diese Vorrichtung gestattet, das Dock auf drei Seiten zu umfahren. Durch diese neuartige Bauweise des Dockkrans wird ein Kran gespart, und damit werden die Anlage- und Betriebskosten der Anlage wesentlich vermindert.

Die Kranfahrbahn hat 10 m Spurweite und ist so verlegt, daß sich die einzelnen Schienenstränge an den Übergangstellen rechtwinklig überschneiden. Der Kran ruht auf acht Rädern, die paarweise in Drehgestellen an den vier Ecken des turmartigen Unterwagens angeordnet sind. Zwei Paar Räder werden durch einen auf einer Bühne im Unterwagen aufgestellten Elektromotor a angetrieben. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 15 m/min. Soll der Kran von

Abb. 15 und 16
Turmdrehkran von 30 t Tragfähigkeit mit einziehbarem Ausleger und Umsetzvorrichtung auf ein andres Gleis, gebaut von der Demag, Duisburg.

a Fahrmotor
b Hebefuß
c Motor für Hebefußantrieb
d Kranhub- und Einziehmotor
e Drehmotor

einem Strang der Fahrbahn auf einen andern übergehen, so muß er so verfahren werden, daß sich die Mittelpunkte der Drehgestelle über den Kreuzungsstellen der Schienen befinden. Hierauf werden die Räder durch Anheben des Krans entlastet, so daß sie mit ihren Drehgestellen gedreht und auf den andern Fahrbahnstrang herabgelassen werden können.

Während dieses Vorgangs wird der Kran durch vier Hebefüße *b* abgestützt, die am Unterwagen neben den Rädern über den Gleisen angeordnet sind. Die Hebefüße erhalten ihren Antrieb durch zwei Elektromotoren *c* über Schnecken- und Zahnradvorgelege. Da beim Ruhen des Kranes auf den Hebefüßen während des Umsetzens seine Standfestigkeit in Richtung der kleineren Stützweite der Füße geringer ist, als während des Arbeitens auf seinen Fahrrollen, ist durch eine elektrische Verriegelung Vorsorge getroffen, daß das Umsetzen nur dann möglich ist, wenn der Ausleger eingezogen und in Richtung der größeren Stützweite gedreht ist. Das Umsetzen des Krans erfordert etwa 5 min.

Die Tragkraft des Kranes beträgt 30 t bei 16 m Ausladung und 45,5 m Rollenhöhe über Schienenoberkante und 10 t bei 23,5 m Ausladung und 39 m Rollenhöhe. Die nutzbare Hubhöhe beträgt im letzten Fall 34 m über Schienenoberkante oder etwa 46 m über dem Boden des Docks. Bei aufgerichtetem Ausleger erreicht der Kran eine Höhe von 48 m über Schienenoberkante.

Das Auslegereinziehwerk und das Hubwerk werden von dem gleichen Motor *d* angetrieben. Dieser greift mittels Federbandkupplung an den einzelnen Getrieben an. Die Hubgeschwindigkeit beträgt bei 30 t 4 m/min und bei 15 t 12 m/min; das Einziehen von 23,5 m auf 10 m dauert etwa 2,5 min. Während des Einziehens ist Hub- und Einziehwerk derartig miteinander gekuppelt, daß sich die Last auf einer annähernd wagerechten Linie bewegt. Mittels des Drehmotors *e* kann man den Oberwagen in 2 min um 360° drehen.

Der Antrieb für Hub- und Einziehwerk *d* befindet sich in einem auf dem rückwärtigen Teil des Oberwagens aufgestellten Maschinenhaus, während der Drehmotor *e* in dem

Abb. 17. Ansicht des Demag-Turmdrehkranes mit Umsetzvorrichtung und einziehbarem Ausleger.

Erklärung zu Abb. 19 und 20

a um die Längsachse drehbarer Behälter
b Kugelzapfenlager
c Laufring des Behälters
d schwingungsfähige Doppelrollenhebel zur hinteren beweglichen Lagerung des Behälters
e Fahrzeugrahmen mit Rollenbock
f zur Befestigung von *d*
g fester vorderer Boden
i in Scharnieren *h* hängender hinterer aufklappbarer Deckel
k Kurbel zum Öffnen des Deckels *i*
l vier schneckenförmige Wände (Förderorgane), durch die der Behälter *a* in vier von einander vollkommen getrennte Räume unterteilt wird
m Wechselgetriebe
n Ritzelantrieb, im Eingriff mit dem Triebstockzahnring stehend
o Einfüllöffnung
p Kegel mit Abweiseinrichtung, in den die Einschüttvorrichtung eingebaut wird
q Fußtritt zum Ausschalten von *m* über das Gestänge *r*, *s* im Notfall

Abb. 18
Kuka-Müllkraftwagen der Firma Keller & Knappich, Augsburg, für 10 t Last mit drehbarer Trommel und als Förderorgan wirkenden Teilwänden.

Abb. 19 und **20**
Längs- und Querschnitt durch die Trommel des Kuka-Müllkraftwagens.

rbindungsgang zwischen Führer- und Maschinenhaus
ergebracht ist. Alle Bewegungen des Kranes können
rch elektromagnetische Bremsen abgestoppt werden. Der
riebstrom wird durch ein biegsames Kabel zugeführt,
im Unterwagen des Kranes auf zwei Kabeltrommeln
fgewickelt ist. Diese Trommeln werden mit der Hand be-
igt. Zum Anschluß des Kabels sind acht Steckkontakte
gs der Fahrbahnen angeordnet. Abb. 17 zeigt die
ßere Ansicht des Kranes. [M 691]

Kommunale Technik

Fahrzeuge für Müllabfuhr

In Ergänzung zu meinem Aufsatz in Z. Bd. 71 (1927)
1809 sei nachfolgend eine weitere Bauart von Müllabfuhr-
rzeugen beschrieben, die erst in der letzten Zeit heraus-
kommen ist und sich von den seinerzeit beschriebenen
uarten wesentlich unterscheidet. Bei dem von Keller &
appich, Augsburg, erbauten Kuka-Müllkraftwagen,
b. 18 bis 20, ist wie bei dem Kruppschen Wagen die
ubfreie Einschüttöffnung auf der Rückseite angebracht;

Abb. 21
lick in das Innere der Trommel des Müllwagens, Abb. 18 bis 20,
ach Abnahme des hinteren Deckels. Buchstabenerklärung
s. Abb. 19 und 20.

die Trommel und der Antriebmechanismus liegen unter einer Blechverkleidung.

Der um seine Längsachse drehbare Behälter *a* ist vorn in einem Kugellagerzapfen *b* und hinten mit einem Ring *c* auf zwei Rollenpaaren *d* gelagert, die an den fest mit dem Fahrzeugrahmen *e* verbundenen Rollenböcken *f* angebracht sind. Zum Abschluß des Behälters dient vorn ein fester Deckel *g* und am hinteren Ende ein in Scharnieren *h* hängender Deckel *i*, der beim Entleeren durch Drehen einer Kurbel *k* geöffnet werden kann.

Das Innere des Behälters ist durch vier schneckenförmige, radial angeordnete Wände *l* in seiner ganzen Länge in vier Teile geteilt. Diese Wände bilden das eigentliche Förderorgan. Beim Beladen wird die Trommel, in der Fahrtrichtung gesehen, in eine langsame rechtsdrehende Bewegung versetzt; sie wird dabei vom Fahrzeugmotor aus über das Wechselgetriebe *m* und das mit einem Triebstockzahnring in Eingriff stehende Ritzel *n* angetrieben; den Antrieb löst ein am Führersitz befindlicher Hebel aus. Das bei der Öffnung *o* eingefüllte Müll gelangt durch den am hinteren Deckel angebrachten Hohlkegel *p* auf die schneckenförmigen Wände, die es nach vorn befördern. Das die Förderung begleitende fortwährende Rütteln ermöglicht eine gleichmäßige gute Füllung der ganzen Trommel.

Zum Entleeren wird der hintere Deckel *i* geöffnet und das Wechselgetriebe *m* auf Entladen umgeschaltet. Die Trommel dreht sich jetzt links herum, und das Müll rutscht gleichmäßig heraus. Bei etwaigen Störungen kann die Trommel durch Auftreten auf den Fußhebel *q*, der über das Gestänge *r*, *s* das Wechselgetriebe *m* ausschaltet, sofort stillgesetzt werden. Einen Blick in das Innere der Trommel bei abgenommenem hinteren Deckel zeigt Abb. 21.

Mit dieser Bauart hat man das Kippen des Wagens nach hinten vermieden, auch ein besonderes Förderorgan ist nicht erforderlich, da die Teilwände durch ihre Schneckenform schon allein als Förderorgan wirken. Sobald der Behälter gefüllt ist, nimmt er selbsttätig kein weiteres Müll mehr auf. Sperrige Stücke bereiten keine Schwierigkeiten, da alle Teile, die durch den Einwurftrichter hindurchgehen, auch ohne weiteres vom Behälterinnern aufgenommen werden.

Soweit sich bei der bisherigen kurzen Betriebzeit feststellen läßt, arbeiten die Müllwagen zur Zufriedenheit der Müllabfuhrgesellschaften. Die Entleerung, auch von klebrigem Müll, vollzieht sich ohne Schwierigkeiten. Dies erklärt sich schon daraus, daß das Förderorgan keine scharfen Ecken hat. Etwa erforderlich werdende Reinigungen oder Ausbesserungen des Trommelinnern werden nach Anheben des Deckels von hinten aus vorgenommen; die einzelnen Kammern sind so groß, daß ein Mann mit den erforderlichen Werkzeugen bequem hineinkriechen kann. Der in Abb. 18 dargestellte Müllwagen faßt 10 m³, gegenwärtig ist ein weiterer Wagen von 15 m³, der auf drei Achsen fahren soll, im Bau. [M 1178]

Berlin H. Seidel

Kleine Mitteilungen

Turbinen für Ryburg-Schwörstadt

Die vier Turbinen des Kraftwerkes Ryburg-Schwör-
dt werden von einer „Arbeitsgemeinschaft Turbinenbau
yurg-Schwörstadt" der Firmen Ateliers des Charmilles,
e, Escher Wyss & Cie., Zürich und Ravensburg, und
. Voith, Heidenheim, gebaut. Diese Kaplanturbinen wer-
mit stehender Welle in Beton-Spiralgehäusen eingebaut
leisten je 39 500 PS bei 75 Uml./min und 11,5 m Nutzge-
l. Der Durchmesser der Laufräder wird 7 m und die Höhe
Leitschaufeln 2,6 m betragen. (Schweizerische Bauzeitung
März 1928 S. 144) [N 1433 a] Ls.

glische Lokomotiv-Bekohlungsanlage

Die von der Mitchell Conveyor and Transporter Co. ge-
en Lokomotiv-Bekohlungsanlagen[1]) sind alle grundsätz-
so eingerichtet, daß die mit Kohle beladenen Eisenbahn-
en mittels einer besonderen Aufzugvorrichtung auf eine
mmte Höhe gehoben und dort gekippt werden, wobei
nhalt in einen über den Gleisen auf einem Portal an-
lneten Bunker gestürzt wird.

Der in Eisenbeton ausgeführte Bunker der Anlage in
Elms faßt 400 t und ist in zwei hintereinander liegende
nern geteilt, so daß man gleichzeitig zwei verschiedene
ensorten speichern kann. Jede Kammer hat vier Zapf-
n, links und rechts vom Bunker je zwei; man kann
gleichzeitig auf zwei Gleisen Lokomotiven mit Kohlen
en. Unter dem Portal liegt ein drittes Gleis für die
Durchfahrt.

Die Aufzuganlage kann Wagen verschiedener Größe bis zu 20 t Last heben und wird durch einen Elektromotor von nur 30 PS betätigt. Die Verwendung eines so kleinen Motors wird durch Gegengewichte ermöglicht, die auf die Aufzugseile wirken. Die Wagen werden auf einem Gleis, das auf einer Seite außen neben dem Gleis für die zu füllenden Lokomotiven liegt, auf eine Hubbühne gebracht und dann an einer Holzwand schräg über das Bekohlungsgleis hinweg heraufgezogen. Vorn und hinten hat die Bühne je einen L-förmigen Rahmen. Die senkrechten Schenkel dieser Rahmen legen sich beim Heraufziehen mit je zwei Rädern gegen vier Schienen an der Stützwand. Am oberen Ende des Aufzuges sind die Führungsschienen der beiden unteren Räder nach außen herausgebogen. Infolgedessen werden Bühne und Wagen selbsttätig um die Achsen der oberen Räder nach innen zu gekippt. Gegengewichte verhindern mittels einer einfachen Vorrichtung, daß die Bühne über einen bestimmten Winkel hinaus kippt, und holen die Bühne nach der Entleerung in ihre Anfangstellung zurück.

Zur Bedienung sind vier Mann erforderlich. Das Füllen des Bunkers dauert etwas über 2 h; 100 bis 125 Lokomotiven kann man täglich abfertigen. („The Engineer" 16. März 1928 S. 291*) [N 1433 b] Sd.

Neue amerikanische Dampflokomotiven

Die Am. Locomotive Co. hat für die New York, New Haven und Hartford-Bahn zehn dreizylindrige 2 D 1-Lokomotiven gebaut, die für schweren Eilgüterdienst zwischen Maybrook und Boston bestimmt sind. Der Kesseldruck be-

---

[1]) Vergl. hierzu auch Osthoff, Z. Heft 12 S. 397.

trägt 18,7 at, der Treibrad-Dmr. 1750 mm und das Reibungsgewicht 118 t. Bei 85 vH Füllung entwickeln diese Lokomotiven 32 200 kg Zugkraft. Sie sind somit die stärksten Lokomotiven der New Haven-Bahn, die 100 beladene Wagen im Gesamtgewicht von 5000 t in der Ebene mit Personenzuggeschwindigkeit befördern.

Ein besonderes Kennzeichen dieser Lokomotiven sind der Mc Clellon-Kessel, die Bean-Rauchkammer und die Stahlgußzylinder (560 mm Zyl.-Dmr., 765 mm Hub). Der Mc Clellon-Kessel, mit dem diese Bahngesellschaft schon früher gute wirtschaftliche Ergebnisse und höhere Zugleistungen erzielte, ist dadurch gekennzeichnet, daß sein Stehkessel innen mehrere von oben nach unten angeordnete Wasserrohre aufweist. Die Bean-Rauchkammer besteht aus einem einzigen Gußstück und ist vor allem unter dem Gesichtspunkt entworfen, daß Undichtigkeiten nach Möglichkeit vermieden werden. („Railway Age“ 25. Februar 1928 S. 452*) [N 1433 c] Krs.

Die in Deutschland zugelassenen Flugzeuge

Am 1. Februar 1928 waren in Deutschland 475 Flugzeuge mit 554 Motoren amtlich zugelassen. Hiervon gehören der deutschen Luft-Hansa A.-G. 145, den regionalen Gesellschaften der Luft-Hansa A.-G. 21, der Nordbayerischen Verkehrsflug-G. m. b. H. 4 Flugzeuge. Dem deutschen Luftverkehr stehen also 170 Flugzeuge, d. h. 35 vH zur Verfügung. Von den Eigentümern der andern Flugzeuge seien genannt: Deutsche Verkehrsfliegerschule G. m. b. H. (76), Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt e. V. (44), Deutsche Luftfahrt G. m. b. H. (20), Severa G. m. b. H. (18), Junkers-Werke (14), Raab-Katzenstein (12), Albatros-Flugzeugwerke G. m. b. H. (6). Die größte Zahl der 475 zugelassenen Flugzeuge haben die Junkers-Werke geliefert (143, davon 74 der Bauart F 13, 24 der Bauart G 24). Es folgen Heinkel, Raab-Katzenstein und Bayrische Flugzeugwerke mit je 34, Albatros mit 30, Daimler mit 29, (Kleinflugzeug, Bauart L 20), Focker-Grulich mit 27, Focker-Wulf mit 20, Dornier mit 9, Rohrbach mit 8 u. a. Von den 554 Flugmotoren wurden 513 in Deutschland, 41 im Auslande hergestellt, und zwar haben hiervon die Bayrischen Motorenwerke 171, die Junkers-Werke 117, die Siemens-Schuckertwerke 115 Motoren gebaut. (Nachrichten für Luftfahrer 16. Februar 1928 S. 77. 23. Februar 1928 S. 94, 1. März 1928 S. 105) [N 1433] Gw.

Höchstspannungsversuche in Amerika

Im Hochspannungslaboratorium der General Electric Co., Pittsfield, Mass., hat man bei Überschlagversuchen kürzlich Spannungen bis zu 3,6 Mill. erreicht. Mit Hilfe der Reflexion am offenen Ende einer Leitung will man sogar mehr als 5 Mill. V erreicht haben. („Electrical World“ 10. März 1928 S. 523*) [N 1433 f] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung. Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Nahtransport. Von Hans Schulze-Manitius. 1. Bd. Wittenberg, Bez. Halle 1927, A. Ziemsen. 336 S. m. 454 Abb. Preis 17,50 ℳ.

Stetige Förderanlagen, gleislose Transportfahrzeuge, Schlepper und Sonderanlagen in großer Zahl und mannigfaltigster Art beschreibt der Verfasser in diesem 1. Band seines Werkes, das im ganzen sicher drei, wahrscheinlich aber sogar vier Bände umfassen wird, die dann in ihrer Gesamtheit einen umfassenden Überblick über die Technik der Nahförderung geben sollen. Die große Anzahl der Abbildungen (445 Lichtbilder, Zeichnungen usw.) zeigt, daß der Verfasser mehr Wert auf die bildlich-anschauliche Darstellung legt als auf Beschreibung der technischen Einzelheiten der verschiedenartigen Konstruktionen, die jedoch auch zum Teil erläutert werden. Allerdings kann man den Eindruck gewinnen, daß die bildliche Darstellung an einigen Stellen etwas zu ausführlich ist und den Platz zuungunsten des Textes in Anspruch genommen hat. Wertvoll wäre es vielleicht gewesen, wenn dagegen dem Werkleiter, der durch dieses Buch eine Übersicht über die vielen technischen Möglichkeiten zur Nahförderung erhält, auch gelegentlich Zahlen über die Wirtschaftlichkeit gegeben worden wären. Diese Anregung mag für die nächsten Bände gestattet sein. [E 1323] Is.

Betriebssicherheit und Streckendienst der Eisenbahnen. Von K. Albert. Berlin 1927, Klemens Reuschel. 64 S. Preis 1,50 ℳ.

Nach einer kurzen Einleitung über die Zugsicherungsanlagen der Reichsbahn, deren Vollkommenheit er im allgemeinen anerkennt, beschäftigt sich der Verfasser mit dem Einfluß der Dienstdauervorschriften auf die Sicherheit des Zugverkehrs. Die Schilderung der Dienstzeiten der Weichensteller und der Schrankenwärter ist an sich richtig; die Schlüsse aber, die der Verfasser aus den Vorschriften zieht, sind einseitig gefärbt und abwegig, weil eine Gefährdung der Reisenden durch die angebliche Überlastung des Personals nicht eintreten kann. Für den unbefangenen Leser, der die wirklichen Verhältnisse nicht kennt, dürfte so ein ganz falsches Bild entstehen. Der Dawesplan zwingt die Reichsbahn als Rückgrat der Reparationszahlungen zu den größten Sparmaßnahmen, die hier nicht, wie der Verfasser behauptet, am „untauglichen Objekt“ versucht werden. [E 1275] C. W.

Modern Aircraft. Von Victor W. Pagé. New York 1927, The Norman W. Henley Publishing Co. 855 S. m. 401 Abb. Preis 5 $.

Das Buch ist bestimmt zum Schul- oder Selbstunterricht für Ingenieure, Mechaniker, Piloten und jeden, der an der Luftfahrt beteiligt ist. In 19 Kapiteln enthält es eine Einführung in das Gesamtgebiet der Flugtechnik; erläutert sind u. a.: der Bau von Wasser- und Landflugzeugen sowie Luftschiffen insgesamt und in den Einzelheiten, einige Grundlagen der Leistungs-, Stabilitäts- und Festigkeitsuntersuchungen, die Konstruktion und Wartung von wasser- und luftgekühlten Flugzeugmotoren, der Entwurf von Luftschrauben, die Möglichkeiten und wirtschaftlichen Bedingungen des Luftverkehrs, die Anlagen und Instrumente zur Flug- und Streckensicherung. Eine Zusammenstellung der Abmessungen und Leistungen einer Reihe neuerer Flugzeuge dient zur Ergänzung.

Die Darstellung ist so, daß auch der nicht vorgebildete Leser folgen kann. Durch alphabetisch geordnete Erklärungen aller Fachbezeichnungen am Schlusse jedes Abschnitts und des ganzen Werkes ist das Studium besonders erleichtert.

Die Behandlung ist ausführlich, auch die neueren Konstruktionen, Fragen und Ergebnisse — z. B. die Bauweise und -pläne von Junkers und Rohrbach, die Wirkungsweise des Windmühlenflugzeugs usw. — sind erwähnt. Allerdings ist die Besprechung nicht so eingehend, daß der Fachmann wesentlich Neues daraus ersehen könnte; für die ausübende Tätigkeit als Flugzeugkonstrukteur, Aerodynamiker, Flugzeugstatiker gibt das Buch nicht mehr als eine allgemeine Einleitung. Immerhin sind eine Anzahl einzelner Angaben und Bemerkungen auch für den Sonderfachmann von Bedeutung. [E 1299] Rühl

Der Verkehrswasserbau. Von Otto Franzius. Berlin 1927, Julius Springer. 839 S. m. 1022 Abb. Preis 78 ℳ.

Das mit großem Fleiß geschriebene und vorzüglich ausgestattete Buch enthält eine Fülle von wertvollen Mitteilungen und Abbildungen. Einige fühlbare Lücken sind geblieben. So sind die grundlegenden Forschungsergebnisse der Schiffsschleusung nicht erörtert worden; daß dieses auch in kurzgefaßter Weise möglich ist, hat H. Engels im Ergänzungsheft seines Handbuches für Wasserbau (3. Aufl. 3. Bd. S. 53/54) in vorbildlicher Weise gezeigt. Bei einem weniger unterrichteten Leser kann deshalb eine Anschauung hervorgerufen werden, die mit den neuen Erkenntnissen des Schleusungsvorganges im Widerspruch steht. S. 415: „Die Schiffe liegen in ihren Trossen stets in der gleichen Richtung“; S. 416: „idealste Lösung, . . . wenn man Stichkanäle quer in die Sohle hineinführt und . . nun Stichkanäle senkrecht nach oben aufsteigen läßt . . . Schädliche Stöße auf die Schiffsseitenwand können so gut wie nicht vorkommen.“ Bei der Panama-Schleuse Gatun ist diese Erwartung nicht bestätigt worden! S. 418: „Es muß alles so entworfen werden, daß die Schiffe stets in der gleichen Richtung von der Strömung beansprucht werden.“ Anderseits wird S. 474 die Aufgabe der neuen Schützeinrichtungen (z. B. der Zackenschütze, Abb. 643) verkannt: „. . . . für eine bessere Wasserführung einen inneren Zackenkranz, . . . der das Öffnen langsamer (weicher) macht.“

Auch bei der Besprechung der Geschwindigkeitsformeln auf S. 84 führt die Behauptung: „Die beste Methode ist heute, für jeden Fluß und sogar für jede Flußstrecke die hier geltenden Potenzformeln aufzustellen“, nach der neuen Erkenntnissen über den allgemein bestehenden Zusammenhang zwischen Gefäll und Rauhigkeit (vergl. Zen-

tralblatt der Bauverwaltung Bd. 43 (1923) S. 613 u. Bd. 47 (1927) S. 308) ebenfalls zu einem gewissen Widerspruche.

Der reiche Inhalt des Buches ermöglicht eine schnelle Übersicht über die Aufgaben des Wasserbaues, so daß es als Nachschlagebuch gern benutzt werden wird.

[E 1276] Prof. Dr. R. Winkel

Perlitguß. Herausgeg. von G. Meyersberg. Berlin 1927, Julius Springer. 112 S. m. 92 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Diese Broschüre gibt, wie aus dem Titelblatt bereits hervorgeht, eine Zusammenstellung der sich auf das Lanzsche Verfahren zur Herstellung von Perlitgußeisen beziehenden Arbeiten. Daneben sind eine Anzahl andrer Arbeiten in die Sammlung hineinbezogen worden, die die Vorteile des reinperlitischen Gefüges zum Gegenstande haben oder aber als Schlußfolgerung von Experimenten ergeben. Für den Gießereiingenieur ist diese handliche Zusammenfassung des wichtigen Schrifttums außerordentlich wertvoll, und sie wird ihm viel Zeit und Mühe ersparen, wenn er sich über die jüngsten Vorgänge auf dem Gebiet der Gütesteigerung von Gußeisen unterrichten will. Der Wert dieser Zusammenfassung der einschlägigen Arbeiten auch für den theoretisch Arbeitenden ist recht erheblich, da ein näheres Studium der hier zusammengefaßten Aufsätze die zahlreichen noch ungelösten Teilprobleme erkennen läßt und so zu weiteren ergänzenden Arbeiten anspornt. Das Buch ist geeignet, ein Werturteil über die zahlreichen bahnbrechenden Arbeiten zu bilden, die die Lanz-Werke und insbesondere Sipp und Dieffentäler auf dem Gebiet der Gußeisenveredelung geleistet haben. Auch manche bemerkenswerten neueren Erkenntnisse, u. a. z. B. die Tatsache, daß im Gegensatz zu der bisher herrschenden Anschauung ein Nickelzusatz zum Gußeisen das sogenannte Wachsen keineswegs begünstigt, sind in dem Büchlein zu finden. Wenngleich das vorliegende Buch nicht darauf Anspruch machen kann und auch nicht machen will, die gesamten Fortschritte auf dem Gebiet des Gußeisens umfassend zur Darstellung zu bringen, so erfüllt es doch den vom Verfasser beabsichtigten Zweck vollkommen und kann jedem Gießereifachmann, arbeite er nun praktisch oder theoretisch, zur nochmaligen Durchsicht der darin aufgeführten Arbeiten aufs beste empfohlen werden.

Aachen [E 1290] E. Piwowarsky

Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. Herausgeg. von Philipp Frank. 2. physikalischer Teil, 7. Aufl. Braunschweig 1927, Vieweg & Sohn. 863 S. m. 88 Abb. Preis 85 ℳ.

Das Werk soll kein Lehrbuch der theoretischen Physik sein, sondern nur das „langsam veränderliche Mittelstück“, nämlich die Mathematik, behandeln, die zwischen ein Hypothesensystem und die Erfahrung eingeschaltet ist und sich wie ein gutes Werkzeug im Dienste der verschiedenen Zwecke verwenden läßt. Dabei ist die Mathematik jedoch nicht nur ein Werkzeug, sondern sie hat auch die Anregung zu vielen genialen Hypothesen gegeben. Ihre Pflege ist daher für den Ausbau der theoretischen Physik von grundlegender Bedeutung.

Die an die Statistik und die Relativitätstheorie anknüpfenden Fragen sind nur soweit behandelt worden, als sie sich an die Diffusionsgleichung (Brownsche Bewegung) und an die Maxwell-Lorentzschen Feldgleichungen anschließen. Schon hieraus geht hervor, daß der vorliegende Band mehr ein Lehrbuch der Mathematik als ein Handbuch darstellt. Hierzu waren die Ableitungen und Rechnungen durchzuführen und der Stoff so zu begrenzen, daß eine ausführliche Bearbeitung möglich war.

Quellenhinweise wurden aus dem gleichen Grunde im Text im allgemeinen nicht gebracht, man findet sie jedoch am Schluß der einzelnen Abschnitte. Physikalische Hypothesen wurden nicht näher erörtert; auch von Vergleichen zwischen Theorie und Erfahrung wurde im allgemeinen abgesehen, selbst Näherungsverfahren wurden ausgeschieden. Die gesamte Stoffmenge ist zunächst, wohl mit Rücksicht auf die Bearbeitung, in fünf Abschnitte und nebengehend nach mathematischen Gesichtspunkten in 21 Kapitel unterteilt worden. Unter diesen behandeln eine ganze Reihe technisch wichtige Fragen wie z. B. die Kreiseltheorie, die Flugzeugbewegung, Wärmeleitung, elektrische und elektromagnetische Erscheinungen, darunter die drahtlose Telegraphie, Spannungsverteilung auf dem Gebiet der Elastizitätstheorie, Verdrehung von Stäben, Beanspruchung ebener Platten, Tragflügeltheorie, Grenzschichtentheorie und vieles andre. [E 1268] W. S.

Lehrbuch der physikalischen Chemie. Von Karl Jellinek. 1. Bd.: Grundprinzipien, 2. Aufl. Stuttgart 1928, Ferdinand Enke. 966 S. m. 337 Abb. Preis 86 ℳ.

Der Verfasser sucht die verwickelten chemischen Erscheinungen auf die einfacheren physikalischen zurückzuführen. Bei dieser Aufgabe schlägt er jedoch keine neuen Wege ein, sondern er sucht das in vielen Hand- und Lehrbüchern sowie in Zeitschriften über den vorliegenden Gegenstand Gebrachte im Sinne einer physikalischen Chemie einheitlich darzustellen und stützt sich hierbei in erster Hinsicht auf eine Reihe bekannter Hand- und Lehrbücher, wie z. B. die von A. Winkelmann, Chwolson, Müller-Pouillet-Pfaudler, W. Ostwald, Nernst, van 't Hoff, W. Ramsay, Stähler, Kohlrausch, Landolt-Börnstein. Über die Darstellungsform der Handbücher geht er mit ausführlicher Angabe der Ableitungen hinaus.

Das Werk ist auf fünf Bände bemessen, von denen zwei bereits 1914 und 1915 erschienen waren. Bei der Herausgabe des dritten Bandes, der die Lehre vom Aufbau der Materie behandeln sollte (Weltäther, Elektronen, Ionen, Atome und Moleküle), hatte der Verfasser infolge der neueren Entwicklung der Relativitätstheorie Schwierigkeiten zu überwinden. Die Herausgabe des dritten bis fünften Bandes ist daher zurückgestellt und inzwischen eine neue Auflage des ersten Bandes bearbeitet worden. Hier werden die Grundbegriffe der Physik, vor allem die drei Hauptsätze der Wärmelehre, behandelt. Der zweite Band geht auf die Gesetze der verdünnten Gase näher ein, während im dritten „der verdichtete fluide Aggregatzustand“, nämlich verdichtete Gase und Flüssigkeiten, betrachtet werden.

In allen Teilen wird nach einleitenden Betrachtungen von den grundlegenden Experimentalforschungen ausgegangen, und im Anschluß hieran werden die an die Versuche anknüpfenden Theorien ausführlich dargestellt. Für den Ingenieur ist der vorliegende Band wegen der einheitlichen Betrachtung der Zustandsgleichungen der Gase und der hiermit im Zusammenhang stehenden Erscheinungen von besonderer Wichtigkeit. Ihre Deutung ist der Zweck der kinetischen Gastheorie, sie nimmt daher im vorliegenden Band einen breiten Raum ein. Dem Band ist ein umfangreiches, von Dr. Neufeld mitbearbeitetes Quellenverzeichnis beigefügt, außerdem findet man zahlreiche Hinweise im Text und in den Fußnoten. Hierbei fällt allerdings auf, daß dem Verfasser die Arbeiten von Nußelt anscheinend entgangen sind. [E 1267] Dr. W. Schmidt

Thermodynamik und die freie Energie chemischer Substanzen. Von Gilbert Newton Lewis u. Merle Randall. Übersetzt von Otto Redlich. Wien 1927, Julius Springer. 598 S. m. 64 Abb. Preis 46,80 ℳ.

Das Werk der beiden amerikanischen Verfasser, das von Redlich ins Deutsche übertragen und durch einige zusätzliche Kapitel erweitert wurde, behandelt die Lehren der Thermodynamik und ihre Anwendung auf chemische Vorgänge. Es ist in erster Linie für den Unterricht vorgeschrittener Studierender bestimmt, wird aber auch dem Forscher bei seinen Untersuchungen von Nutzen sein.

Als ein wesentlicher Fortschritt in der Behandlung des Stoffes ist die planmäßige und folgerichtige Einführung geschickt gewählter Bezugzustände (Nullniveaus) anzusehen, durch die ein bequemer Übergang von thermodynamischen Funktionen zu unmittelbar meßbaren Größen vermittelt wird. Wichtig für den Unterricht sind besonders die in diesem Werke weitgehend benutzten Begriffe der Aktivität und der Flüchtigkeit, durch die die Anwendung thermodynamischer Rechnungsmethoden auf Vorgänge in nichtidealen Lösungen und Gasen wesentlich erleichtert wird.

Der Inhalt gliedert sich in folgender Weise. Nach einigen einleitenden allgemeineren Kapiteln wird zunächst der erste Hauptsatz und im Anschluß daran die spezifische Wärme der Stoffe sowie die Wärmetönung und ihr Temperaturkoeffizient behandelt. Es folgt dann eine Anzahl Kapitel, die sich mit dem zweiten Hauptsatz unter besonderer Betonung der Begriffe der Entropie und der freien Energie und seiner Anwendung auf Lösungen mit eingehender Berücksichtigung der Theorie der Elektrolyte befassen. Hieran schließt sich der Nernstsche Wärmesatz. Den Beschluß des Buches bilden die Kapitel, welche der Berechnung der freien Energie im Verlaufe wichtiger chemischer Umwandlungen gewidmet sind. Als ein besonderer Vorzug des Buches ist die Beigabe geschickt gestellter Aufgaben anzusehen, die sich am Schlusse vieler Kapitel der ersten Hälfte des Werkes finden. [E 1241] v. Steinwehr

Kartelle als Produktionsförderer. Von H. Müllensiefen. Berlin 1926, Julius Springer. 101 S. Preis 5 ℳ.

An der Hand bereits erfolgter Zusammenschlüsse in der Industrie wird versucht, allgemein den neuzeitlichen Zusammenschlußbestrebungen zur Verbesserung und Verbilligung der Herstellung nachzuspüren. Das Ergebnis zielt auf die Notwendigkeit weiteren Zusammenschlusses. Durch Zusammenfassung und wissenschaftliche Auswertung bisher geleisteter Arbeit ist er zu erreichen. Die Schrift bezweckt

die Anregung einer allgemeinen Rundfrage, deren Entwurf gegeben wird. Ihre übersichtliche Gliederung, vervollständigt durch Fußnoten und ein Literaturverzeichnis, reizt zu weiterer Verfolgung der Bewegung. [E 1316] Mi.

Die Dampfmaschine. Von M. F. Gutermuth. Berlin 1928, Julius Springer. 3 Bände (4 Teile), 1635 S. mit mehr als 2000 Abb. im Text, 86 lithogr. Taf. u. 31 Zahlentafeln. Preis 300 M.

Kesselanlagen für Großkraftwerke. Von Friedr. Münzinger. Berlin 1928, VDI-Verlag. 176 S. m. 282 Abb. Preis 19 M, für Mitglieder des V. d. I. 17 M.

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes. Von Georg Herberg. 4. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 447 S. m. 84 Abb. Preis 23,50 M.

Monographien zur Feuerungstechnik, 10. Bd.: **Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik.** Von C. Blacher. Leipzig 1928, Otto Spamer. 328 S. m. 89 Abb. Preis 18,50 M.

Grundplan der wissenschaftlichen Betriebsführung im Bergbau. Von Kurt Sieben. Berlin 1928, VDI-Verlag. 148 S. Preis 10,50 M, für Mitglieder des V. d. I. 9,50 M.

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen, 9. H.: **Die Platzkostenrechnung** im Dienste der Betriebskontrolle und Preiskalkulation. Von G. Kritzler. Berlin 1928, Julius Springer. 60 S. Preis 4,50 M.

Kohle, Koks, Teer, 17. Bd.: **Kokerei- und Gaswerksöfen.** Von L. Litinsky. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 336 S. m. 149 Abb. Preis 22,80 M.

Sammlung Vieweg, 90. H.: **Elektrische Öfen mit Heizkörpern aus Wolfram.** Von Werner Fehse. Braunschweig 1928, Friedr. Vieweg & Sohn. 72 S. m. 48 Abb. Preis 5 M.

Taschenbuch für Gaswerke, Kokereien, Schwelereien und Teerdestillationen 1928. Herausgeg. von H. Winter. 3. Jg. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 604 S. m. 126 Abb. Preis 7,20 M.

Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in Dresden. Herausgeg. von E. Sachsenberg. Berlin 1927, Julius Springer. 167 S. m. 196 Abb. Preis 19,50 M.

Untersuchungen an einem Lauf-Thoma-Getriebe zur Klarstellung der Betriebsverhältnisse und des Wirkungsgrades von Kolben-Flüssigkeitsgetrieben. — Das Arbeiten der Feilen und ihr Verhalten während der Abnutzung. — Untersuchungen über die den Zerspanungsvorgang mittels Holzbohrer beeinflussenden Faktoren.

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 11: **Die gleislose Flurförderung.** 2. T. Berlin 1928, Beuth-Verlag. 54 S. m. 131 Abb. Preis 2,50 M.

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 12: **Die gleislose Flurförderung.** 3. T.: Berlin 1928, Beuth-Verlag. 96 S. m. 96 Abb. Preis 3 M.

Die Verwässerung von Erdölfeldern. Von Walter Kauenhowen. Berlin 1928, Julius Springer. 80 S. m. 54 Abb. Preis 7,50 M.

Heinrich Hertz. Erinnerungen — Briefe — Tagebücher. Zusammengestellt von Johanna Hertz. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 263 S. m. Abb. Preis 12 M.

Sammlung Göschen 975. Bd.: **Die elektrische Telegraphie mit Drahtleitung.** Von J. Herrmann. 2. T.: Die Typendrucktelegraphen. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 125 S. m. 76 Abb. u. 16 Taf. Preis 1,50 M.

The measurement of air flow. Von E. Ower. London 1927, Chapman & Hall, Ltd. 199 S. m. 73 Abb. Preis 15 sh.

Sammlung Vieweg, 71. H.: **Technische Kunstgriffe bei physikalischen Untersuchungen.** Von Ernst v. Angerer. 2. Aufl. Braunschweig 1928, Friedr. Vieweg & Sohn. 114 S. m. 23 Abb. Preis 6 M.

Jahresbericht V der Chemisch-Technischen Reichsanstalt 1926. Berlin, Verlag Chemie G. m. b. H. 324 S. m. Abb. Preis 19 M.

Hamburger Übersee-Jahrbuch 1927. Herausgeg. von Friedrich Stichert. Hamburg 1927, Alster-Verlag. 350 S. m. Abb. Preis 12 M.

Hamburgs Bedeutung für Volks- und Weltwirtschaft. — Verschiedene Vorträge, gehalten im Überseeklub Hamburg. — Hamburgs Warenmärkte. — Berichte über überseeische Länder. — Allgemeine volkswirtschaftliche und historische Aufsätze.

Verzeichnis berechneter Funktionentafeln. 1. T. Herausgeg. vom Institut für angewandte Mathematik an der Universität Berlin. Berlin 1928, VDI-Verlag. 28 S. Preis 3.50 M.

Samuel Gompers. Arbeiterschaft und Volksgemeinschaft in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Hermann Lufft. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 213 S. Preis 7,20 M.

Steuerführer für die freien Berufe. Von F. A. Giese. Berlin 1928, Carl Heymanns. 135 S. Preis 4 M.

Sonderfragen des Arbeiterschutzes und Beobachtungen aus Unfallverhütung und Gewerbehygiene im Jahre 1926. Herausgeg. vom Reichsarbeitsministerium. Berlin 1927, Reichsdruckerei. 122 S. Preis 3 M.

Bibliothek des Radio-Amateurs, 32. Bd.: **Vereinfachung und Verbesserung des Radioempfangs.** Von Erich Schwandt. Berlin 1928, Julius Springer. 116 S. m. 115 Abb. Preis 4,20 M.

Sammlung Göschen 974. Bd.: **Radiotechnik.** 5. T.: Die Elektronenröhre. Von Otto Stürner. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 124 S. m. 88 Abb. u. 16 Taf. Preis 1,50 M.

Internationale Radiotechnik. 1. Bd. 1. H. Berlin-Wilmersdorf 1928, Verlag Anode. Bezugspreis (6 Nrn.) 9 M, Einzelheft 1,50 M.

Güldner Betriebskalender und Handbuch für praktischen Maschinenbau 1928. 35. Ausg. 1. u. 2. T. Leipzig 1928, H. A. Ludwig Degener. 936 S. m. 630 Abb. u. 250 Tab. Preis 5,50 M.

Elektrotechniker-Kalender 1928. Herausgeg. von K. Wernicke. 32. Jg. Altenburg/Thür. 1928, Fr. Otto Müller. 256 S. m. 192 Abb. Preis 5,50 M.

Die Deutsche Textil-Industrie im Besitze von Aktien-Gesellschaften. 25. Aufl. (Jubiläums-Ausg.) Berlin und Leipzig 1928, Verlag für Börsen- und Finanzliteratur A.-G. 656 S. Preis 25 M.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 7. APRIL 1928 Nr. 14

Der Bau des Mittellandkanals von Misburg bis zum Ihlekanal

Von Geh. Baurat J. Volk, Berlin

Linienführung — Querschnitte — Schleusen — Hebewerke — Kanalbrücke über die Elbe — Straßen- und Eisenbahnbrücken — Kanalspeisung — Stand der Bauarbeiten — Weitere Kanalbauten.

Abb. 1
Übersichtsplan des Mittellandkanales und seiner Anschlüsse

Seit 1922 waren die Bauämter zur Aufstellung der Bauentwürfe eingerichtet. Die Entwürfe und die Planfeststellung waren so weit gefördert, daß sofort [ei]nige Erdarbeitlose und eine ganze Reihe sonstiger Ar[b]eiten vergeben werden konnten, an denen man in nicht [a]llzulanger Zeit 2000 Arbeiter beschäftigen konnte, als [da]s Arbeitsbeschaffungsprogramm der Staatsregierung die [A]ufnahme der Arbeiten forderte.

Linienführung und Querprofil

Entgegen dem ursprünglichen Plane wurde der Kanal [ni]cht in seiner Verlängerung bei Misburg fortgesetzt, [A]bb. 1 und 2. Am Ende der Kanalstrecke hatte sich unter [E]rweiterung des südlichen Ufers eine Kanalgesellschaft an[ge]siedelt, deren Verkehr einen erheblichen Umfang ange[no]mmen hatte. Hier wäre der durchgehende Verkehr behin[de]rt worden. Außerdem lag kurz vor dem Hafen in der [N]ähe des Kanals eine kreisrunde Wendestelle, in der [be]im Wenden von Schiffen der Kanal mitbenutzt werden [mu]ßte. Um den Durchgangverkehr nicht zu behindern, zweigt die Fortsetzung des Kanales vor dieser Wendestelle ab. Wenige Kilometer von Hannover entfernt, bei Anderten, steigt das Gelände mit seiner Mergelablagerung erheblich an. Aus diesem Gebiet holen die Zementfabriken bei Hannover ihren Rohstoff, den sie fast ohne Zuschläge zu Zement verarbeiten können.

In der hier angeordneten Schleuse Anderten steigt die Spiegelhöhe des Kanals von Normal Null + 50 m auf N. N. + 65 m, also um 15 m an. Mit einem sanften Bogen wendet sich die Kanallinie südlich um Sehnde herum, bleibt südlich Peine, zum Teil Aluvialboden, zum Teil schwarze Jurakreide durchschneidend. Bei Peine wird die Fuhse gekreuzt. Dieses Gebiet war mit ausschlaggebend für die Höhenlage des Kanals, weil der Grundwasserstand mit Rücksicht auf die Wasserbedürfnisse der Industrie bei Peine und Sehnde nicht verändert werden durfte. Ebenso günstig liegt der Kanal nördlich Braunschweig, wo er die Oker kreuzt, zum Okergebiet. Der Kanal wendet sich dann nach Nordosten, durchschneidet

Abb. 2
Längsschnitt des Mittellandkanales von Misburg bis zum Ihlekanal.

Abb. 3 bis 5
Kanalquerschnitte des Mittellandkanals zwischen Peine und Burg.

bei Allerbüttel einen hohen Bergrücken, aus Geschiebemergel und Sand bestehend, umfährt Fallersleben und gelangt wenig weiter östlich in das moorige Gebiet des Drömlings, das sich etwa 30 km lang bis in die Nähe von Kalvörde erstreckt. Eine Schleuse von 9 m Gefälle vermittelt den Übergang in dieses Gebiet.

Der Drömling war ein altes Sumpfgebiet, das von der nach Westen fließenden Aller und der nach Osten fließenden Ohre durchschnitten wird. Braunschweig und Preußen teilen sich in dieses Gebiet. Friedrich der Große ließ nach dem Plan eines Pionieroffiziers den preußischen Teil entwässern, indem er hier Bauern, die im Kriege von ihren Stellen vertrieben waren und vor dem Nichts standen, ansiedelte. Auf dieses heute wertvolle Gebiet mußte die größte Rücksicht genommen werden. Der Grundwasserstand durfte nicht verändert werden. Nach genauer Untersuchung der Kulturverhältnisse dieses Gebiets wurde die Wasserspiegelhöhe der Haltung auf N. N. + 56 m festgesetzt. In dieser Höhenlage gelangt der Kanal über Kalvörde und Neuhaldensleben in die Elbniederung, erhält hier auf rd. 12 km Länge einen Damm, dessen Leinpfadkrone bis 18 m Höhe über dem Gelände liegt. Im Anschluß an diesen Damm überschreitet der Kanal das Elbvorland in 24 Öffnungen von rd. 30 m Lichtweite und auf einer eisernen Brücke die Elbe. Auf der rechten Seite trifft der Kanal bei Hohenwarthe auf hohes Gelände, so daß er nur in geringem Auftrag liegt, und fällt dann mit einem Gefälle von 18,6 m auf das Niveau des Ihlekanals ab, den er über ein kurzes Anschlußstück erreicht.

Bei Sehnde zweigt von dem Hauptkanal der Zweigkanal nach Hildesheim ab, der mit einer Schleuse von der Scheitelhaltung auf N. N. + 73 m ansteigt und rd. 14 km Länge hat. Bei Braunschweig war ein 2 km langer Zweigkanal vorgesehen, an den sich der Hafen der Stadt anschließen sollte. Der Zweigkanal wird voraussichtlich fortfallen, da Braunschweig plant, seinen Hafen bei Veltenhof am Hauptkanal anzulegen.

Kurz vor dem Elbdeich verläßt eine Verbindung zur Elbe den Kanal mit einem Abstieg von 17,29 m zum N.-W. und 12,00 m bei höchstem schiffbaren Wasserstand der Elbe. Dieser Abstieg vermittelt den Verkehr zur Oberelbe und über einen weiteren Zweig mit dem Magdeburger Hafen. Für den Verkehr zur Unterelbe, sowie für den Ihlekanalverkehr mit großen Schiffen ist vom Unterwasser der Schleuse östlich der Elbe eine zweite Verbindung mit der Elbe geschaffen. Mit der Herstellung einer Wasserstraße für 1000 t-Schiffe bis zur Elbe konnte die Aufgabe des Mittellandkanals nicht erfüllt sein. Das große Verbrauchsgebiet der Mark Brandenburg und Groß-Berlins wäre nicht zu erreichen gewesen. Daher wurde eine Erweiterung des Ihle- und Plauer Kanals in da Mittellandkanal-Gesetz aufgenommen.

Das Querprofil, Abb. 3 bis 5, des Hauptkanals für da 1000 t-Schiff ist aus dem Kanalprofil des Ems-Weser Kanals durch Erhöhung des Wasserspiegels um 50 cm ent standen. Es mußte aber eine erhebliche Veränderung a dem Profil vorgenommen werden. Der Betrieb auf den Ems-Weser-Kanal hatte gelehrt, daß die für die Schlepp züge vorgesehene Geschwindigkeit von 5 km/h nur mi größter Inanspruchnahme der Schiffskessel und einen unwirtschaftlichen Kohlenverbrauch zu erzielen wa Außerdem klagten die Schiffer darüber, daß sie beim Be gegnen von Schleppzügen häufig am Ufer entlangrutschen mußten, wenn sie sich nicht einer Havarie aussetzen wollten. Bei der gegebenen Abmessung des Profils bleib bei dem Aneinandervorbeifahren zweier Schleppzüge zwischen diesen und von jedem Schleppzug zum Lande ein Abstand von 2 m.

Auf dem Mittellandkanal erwartet man einen rechnungs mäßigen Anfangsverkehr von 8 bis 9 Mill. t im Jahr und später bei 8000 Schleusungen einen solchen von 12 Mill. t Dabei müßten sich die Schleppzüge alle Viertelstunden begegnen. Wenn das Begegnen der Schleppzüge mit dem 600 t-Schiff bei den genannten Abständen von 2 m schwierig ist, so sind in dem für das 1000 t-Schiff zwar vergrößerten Profil, das aber keine größeren Abstände beim Begegnen zuläßt, noch größere Schwierigkeiten zu erwarten.

Wenn die Schiffe beim Begegnen am Ufer entlang rutschen, so gefährden sie damit die Dammstrecken, die durch eine Lehmschicht gedichtet sind. Aus allen diesen Gründen wurde das Profil so erweitert, daß die oben genannten Abstände beim Begegnen von 2 m auf 3 m vergrößert wurden. Eine geringe weitere Vergrößerung wurde zur Sicherung der Uferbefestigung dadurch her beigeführt, daß die Neigung der Böschung von 1 : 2 in 1 : 2,5 bis 1 : 3 abgeflacht wurde. Das normale Einschnitts profil erhält damit ungefähr den fünffachen Querschnitt der Normalkähne zu 1000 t. Eine noch weitergehende Verbreiterung wurde in den gedichteten hohen Damm strecken vorgenommen.

Die Hauptbauwerke

Die Hauptbauwerke des Kanals bilden die Gefäll stufen. In dem der Gesetzesvorlage zugrunde gelegten Entwurfe waren dafür Schleusen vorgesehen, und zwar im Hauptkanal Gruppen von je zwei Schleusen von 12 m Lichtweite und 225 m nutzbarer Länge, im Zweigkanal nach Hildesheim eine solche von 12 m Lichtweite und 85 m Länge, in den beiden Verbindungen mit der Elbe je eine Schleuse von 12 m Lichtweite und 225 m Länge.

Die Schleuse bei Anderten mit 15 m Gefälle wird als Speicherschachtschleuse mit einer Wasserersparnis von etwas über 70 vH ausgeführt. Die Kammer ist der Länge nach in fünf Abschnitte geteilt und in jedem Abschnitt befinden sich je fünf Speicher übereinander. Abfallrohre in jeder Speichergruppe mit Zylinderschützen versehen, bilden die Verbindung der Speicherbecken mit dem Umlaufrohr in den Kammermauern, von dem Stichkanäle das Wasser in die Kammer führen, Abb. 6. Jedes Sparbecken hat einen Überlauf, der zu einem Notumlauf führt, damit die Beckenfüllung keinen Auftrieb auf die Decken ausüben kann. Starke Streben im Innern der Speicher stützen die vorderen 1,50 m dicken Kammermauern gegen den Wasserdruck und Gegenstreben die Rückwand gegen den Erddruck.

In Allerbüttel wird eine Schleuse von 9 m Gefälle mit offenen Sparbecken angelegt, die mit 66 vH Wasserersparnis ungefähr denselben Wasserverbrauch wie die Schleuse Anderten hat. Im Entwurf waren für die Abstiegschleuse bei Hohenwarthe mit 18,6 m und bei Rothensee mit 17,29 m Gefälle auch Schleusen vorgesehen, die Betriebserfahrungen bei Henrichenburg und die Erfahrungen beim Bau der Schleuse Anderten führten aber dazu, an Stelle der vorgesehenen Schleusen hier Hebewerke nach Art des Henrichenburger Hebewerks vorzusehen. Vergleichsrechnungen über die Baukosten einer Schleuse und eines Hebewerks und auch die über die Leistungsfähigkeit sprechen zugunsten der Hebewerke.

Die Baustellen für beide Bauwerke sind nach den bis über 80 m Tiefe getriebenen Bohrungen für die Ausführung der Schächte durchaus günstig. Die Schwimmer-Schächte für Rothensee mit rd. 9 m Durchmesser durchschneiden in ebenem Gelände Schichten von Geschiebemergel, eine 10 m starke Schicht von Grünsand und stehen mit ihrem Unterbau auf fester Grauwacke in großer Stärke. Die Schächte in Hohenwarthe stehen ganz im Geschiebemergel. Nach Ansicht von Bergsachverständigen besteht keine Schwierigkeit, die Schächte im Gefrierverfahren abzuteufen.

Für jedes Hebewerk waren zunächst vier Schwimmer vorgesehen; bei den günstigen Bodenverhältnissen werden voraussichtlich nur je zwei Schwimmer angeordnet. Zum Antrieb der vollständig ausgewogenen Hebewerke dienen drehbare, am Trog gelagerte Muttern und vier feststehende Schraubenspindeln. Die Spindeln und Muttern sind nicht selbstsperrend, weshalb eine Bremsvorrichtung vorgesehen ist. Bei Betriebsunfällen erhält aber die Lagerung der Mutter einen solchen Druck, daß Spindel und Mutter mit dieser Zusatzreibung selbstsperrend werden.

In Hohenwarthe werden von vornherein zwei solcher Hebewerke nebeneinander gestellt, während in Rothensee nur eines erbaut wird und Vorbereitungen für den späteren Bau eines zweiten Hebewerks getroffen werden. Die Tröge der Hebewerke sind 12 m breit und erhalten eine nutzbare Länge von 85 m. Für das Einholen der Schiffe sind Spille vorgesehen.

Die Schleuse bei Niegripp auf der rechten Elbseite hat die verschiedenen Elbwasserstände gegen den Ihlekanal zu kehren; ihr höchstes Gefälle bei Hochwasser der Elbe beträgt etwa 5 m.

Neben den Schleusen und Hebewerken ist die Kanalbrücke über die Elbe eines der größten Bauwerke des Kanals, Abb. 7. Die Kanalbrücke enthält eine Schiffahrtsöffnung von 100 m Lichtweite und zwei Seitenöffnungen von je 54 m. Die Hauptträger: Gerber-Fachwerkbalken auf vier Stützen, bestehen aus Trägerpaaren, die den auf Querträgern zwischen ihnen gelagerten Kanaltrog tragen. Diese Doppelhauptträger waren durch das große Gewicht des 30 m breiten und 2,5 m tiefen, Wasser enthaltenden Troges bedingt. Als Trägerpaare haben sie den Vorteil, daß die Querträger zwischen ihnen so gelagert oder aufgehängt werden können, daß der Auflagerdruck in die Achse der Trägerpaare fällt, so daß die Hauptträger gleichmäßig beansprucht werden. Gegenüber einer in Vergleich gezogenen Anordnung der Hauptträger unter dem Troge hat die gewählte Anordnung den Vorteil, daß bei ihr die Trogwände von der Durchbiegung, welche die Hauptträger beim Füllen des Troges erfahren, weniger betroffen werden, weil der Trog ungefähr in der neutralen Achse der Hauptträger ruht.

Über den Gelenken der Hauptträger und den Auflagerpunkten erhält der Trog Dehnungsdichtungen, aus halbkreisrund gebogenen Kupferblechen, ähnlich wie sie bei der Mindener Kanalbrücke angewendet worden sind, im übrigen haben die Trogwände Wellenform. Der Trog wird gegen Schiffsstöße gesichert und kann für sich entleert werden. Die Bogen der anschließenden massiven Brücken sind mit drei Gelenken versehen und in Gruppen von je drei zwischen kräftig ausgebildeten Zwischenpfeilern gefaßt, damit Schäden an einer Brücke sich über diese hinaus nicht fortsetzen können.

Der Kanal wird von 76 Straßenbrücken mit Spannweiten von 45 bis 72 m und 15 Eisenbahnbrücken mit solchen bis zu 112 m gekreuzt. Die Straßenbrücken haben in ihren Abmessungen die den Normen entsprechenden Fahrwegbreiten erhalten, d. i. für Feldwegbrücken 4 m, für zweispurige Brücken 5,20 m, bei großem Kraftverkehr, insbesondere Lastwagen, 6 m, für dreispurige 7,5 m usw.

Abb. 6
Blick in die im Bau befindliche Schleusenkammer bei Anderten.

Abb. 7
Modell der Kanalbrücke über die Elbe.

zwischen den Bordkanten. Sämtliche Brücken werden ohne Einschränkung des Profils über den Kanal geführt. Abb. 8. Einschränkungen des Profils bei andern Kanälen, die unter den Brücken steile Böschungen oder gar Mauerwerk nötig machten, haben an den Übergängen der steileren Böschung in die flachere fortgesetzt Unterhaltungsarbeiten verursacht, deren Kosten größer als die für die Verlängerung der Brücken sind.

Die Brücken sind gewöhnlich als eiserne auf massiven Widerlagern ausgeführt. Die Eisenbahnbrücken haben im allgemeinen Parallel- oder parallele Trapezträger und die Straßenbrücken meist Halbparallelträger. Wo jedoch tiefere Einschnitte vorteilhaft massive Brücken anwenden ließen, sind diese in Beton als Dreigelenk-Bogenbrücken hergestellt worden, Abb. 9 und 10.

Der Kanal wird von einigen größeren Wasserläufen gekreuzt, wie von der Fuhse bei Peine, der Oker und Schunter bei Braunschweig, der Aller im Drömling, die unter Berücksichtigung einer Wassergeschwindigkeit bei Hochwasser von 2 bis 2,5 m Düker mit Querschnitten bis 88 m² erhalten. Dazu kommen noch etwa 50 Düker von 0,80 m Dmr. bis zu 33 m² Querschnitt und etwa 74 Einlässe für örtliche Vorfluter.

Kanalspeisung

Die wichtigste Frage für den Kanal ist die der Speisung. Das Verdunstungs- und Sickerwasser muß dem Kanal von außerhalb zugeführt werden. Die dafür zu beschaffende Wassermenge beträgt im Sommer etwa 1,55 m³/s, im Winter 1,75 m³/s. Das Schleusungswasser und das Wasser, das durch Undichtigkeiten der Tor- und Umlaufverschlüsse der unteren Haltung zufließt, geht nicht verloren, sondern kann der oberen Haltung durch Pumpen wieder zugeführt werden. Zur Berechnung der erforderlichen Wassermengen ist dem Entwurf eine Leistung von 8000 Schleusungen zugrunde gelegt, was einem Verkehr von 12 Mill. t entspricht, wenn mit halber Kreuzung an den Schleusen gerechnet wird.

Um mit dem Mittellandkanal kulturelle Gewinne zu erzielen, z. B. Milderung des Hochwasserabflusses, Gewinnung elektrischer Energie, wurde zur Wasserversorgung des Kanals der Bau von Talsperren im Bode-, Oker- und Eckergebiet in Aussicht genommen. Die Bodetalsperre in der Rappbode kurz oberhalb der Mündung in die Bode sollte während neun Monate 3,7 m³/s, die Oker- und Eckersperre zusammen 1,4 m³/s Wasser liefern. Während der Monate Januar bis März sollte der Abfluß des Vorlandes zur Speisung herangezogen werden. Das über diese Wassermenge hinaus erforderliche Schleusungswasser sollte durch Aufpumpen aus der unteren Haltung ersetzt werden. Das Oker- und Eckerwasser sollte dem Kanal durch einen kurzen Zubringer zum Braunschweiger Hafen unmittelbar zufließen, während das Wasser aus der Bode durch einen Zubringer von Deesdorf über den Schiffgraben zunächst zur Oker geführt werden sollte und dann unmittelbar dem Kanal zufließen konnte. Bei der weiteren Entwurfsbearbeitung wurde der Zubringer von Deesdorf zur Oker durch einen Stollen zur Ecker ersetzt, wodurch sich das Wasser zur Gewinnung elektrischer Energie sehr günstig ausnutzen ließ.

RZ 1035 Z 8

Abb. 8
Straßenbrücke.

Bei dieser Entnahme von Wasser aus den Talsperren blieb es möglich, die Niedrigwasserstände der Flüsse so aufzuhöhen, daß die Wasserführung, die in neun Monaten nicht unterschritten wurde, dauernd erhalten blieb, das war die Wassermenge, für welche die Kraftwerke ausgebaut waren.

Gegen die Entnahme von Wasser aus den Talsperren zu Kanalspeisungszwecken hat sich im Laufe der Zeit ein erheblicher Widerstand seitens der Interessenten geltend gemacht. Die Gegend von Quedlinburg, in der die Samenpflanzenzucht besondere Bedeutung erlangt hat, glaubt das H o c h w a s s e r nicht entbehren zu können, d. h. das Wasser, was als entbehrlich gehalten wurde und deshalb zur Kanalspeisung herangezogen werden sollte. Ansprüche an die Talsperrenwasser wurden ferner gestellt mit Rücksicht auf die fortschreitende Beregnung der Ländereien, auf die Entnahme zur Versorgung des Gebietes mit Brauchwasser und dergl. mehr.

Mit Rücksicht auf diese Interessen erscheint es geboten, von der Kanalspeisung aus den Harztalsperren abzusehen. Zur Versorgung des Kanals mit Speisewasser bleibt dann nur noch die Entnahme von Wasser aus der Elbe und der Weser. Aus diesen Flüssen läßt sich nur der Bedarf an Verdunstungs- und Versickerungswasser entnehmen, der in den Kanal heraufzupumpen wäre, eine Wassermenge von 52,4 Mill. m³ im Jahre. Der Schleusenwasserbedarf wäre dann an den Schleusen Anderten und Fallersleben mit 85,3 Mill. m³ und 44,3 Mill. m³ zurückzupumpen. Die Entnahme von rd. 2 m³/s ist weder aus der Elbe noch aus der Weser ohne Schädigung der Schiffahrt möglich. Um das Wasser ohne eine solche Schädigung aus der Weser entnehmen zu können, ist daran gedacht, die Weser zu kanalisieren. Die für die Talsperren vorgesehenen Mittel sollen in diesem Falle zur Weserkanalisierung mit verwendet werden.

Der Kanalspeisung kommen mehrfache Hilfen zu, die das Pumpen wesentlich ermäßigen. Die Innerste führt fast drei Monate lang so große Wassermengen, daß

RZ 1036 Z 10

Abb. 9
Dreigelenk-Bogenbrücke.

ihr dann Wasser in größerer Menge entnommen werden kann, das durch einen Zubringer dem Hildesheimer Zweigkanal und dadurch der Scheitelhaltung zugeführt wird. Zur Abführung solchen Wassers ist bereits eine Verleihung erteilt. Auf eine gewisse Wassermenge aus den Einlässen örtlicher Vorfluter wird ebenfalls gerechnet werden können. Im Drömling entstehen im Sommer Überschwemmungen, welche die Heuernte gefährden. Zu diesen Zeiten soll der Kanal bis zu 10 m³/s Wasser aufnehmen, daß der 56. Haltung zufließt; einen weiteren geringeren Zufluß erhält der Kanal aus einem anderen größeren Entwässerungsgebiet.

Mit dem Kanalbau werden durch solche Anlagen größere landeskulturelle Erfolge erzielt werden, indem man diese Gebiete vor Mißernte schützt. An andern Stellen werden ein 25 ha und ein 120 ha großes Gebiet sumpfigen Moores durch Anschütten in begrenzter Höhe zu fruchtbarem Wiesenland umgewandelt. Alte, fast mitten in den Dörfern gelegene Kiesgruben werden durch Anfüllen mit

sandigem Boden in gutes Bauland verwandelt. Ein Teil des für den Kanal ungern abgetretenen Landes wird dadurch wieder ersetzt.

Bauarbeiten und weitere Kanalbauten

Die bereits im Jahre 1919 als Notstandsarbeit aufgenommenen Bauten von Hannover bis Peine sind so weit gefördert, daß mit der Inbetriebnahme dieses Teiles und des Hildesheimer Zweigkanals im Sommer 1928 gerechnet werden kann.

Während der Zeit der Inflation wurde die Fortsetzung des Kanalbaues fraglich. Deshalb sollte von den bei Anderten vorgesehenen zwei Schleusen zunächst nur eine ausgeführt werden. Sobald aber 1926 die Fortsetzung des Kanals im Arbeitsbeschaffungsprogramm beschlossen worden war, wurde sofort die zweite Schleuse, für welche die Baugrube bereits ausgehoben worden war, in Ausführung genommen. Die Fertigstellung steht Ende 1928 zu erwarten.

Abb. 10
Eisenbahn- und Straßenbrücken.

Seit 1922 sind Bauämter in Braunschweig, Fallersleben, Oebisfelde, Neuhaldensleben und zwei in Magdeburg eingerichtet worden. Bereits in neun Losen sind die Erdarbeiten im Gange, Abb. 11, und zwar drei Lose zur Fortsetzung des Kanals von Peine bis Braunschweig, zwei Lose im tiefen Querschnitt zwischen Braunschweig und Fallersleben, je ein Los an der Schleusenbaustelle Allerbüttel, im Torfgebiet des Drömlings, in den Auftragstrecken bei Neuhaldensleben und bei Magdeburg. Die Vorarbeiten sind so weit gefördert, daß mit der Fertigstellung des Hauptkanals bis 1934 gerechnet werden könnte, wenn die erforderlichen Mittel alljährlich verfügbar sind.

Der entsprechende Bauplan sieht vor, daß zunächst die Kanalbrücke über die Elbe, deren Entwurf vor dem Abschluß steht, und die Hebewerke, deren Entwürfe so weit bearbeitet sind, daß sie noch in diesem Jahr abgeschlossen werden, in Angriff genommen werden. An die Kanalbrücke schließt sich ein etwa 12 km langer bis 18 m hoher Kanaldamm an, der vor der Füllung des Kanals sich gesetzt haben soll. Auch hiervon ist der größte Teil in Ausführung begriffen. Ein sehr tiefer Einschnitt zwischen Braunschweig und Fallersleben mußte mit Rücksicht auf die rechtzeitige Fertigstellung ebenfalls in Angriff genommen werden, desgleichen die Arbeiten im Drömling, wo das Moor die Arbeiten sehr erschwert und längere Bauzeit verursacht.

Da die Arbeiten im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogramms aufgenommen worden sind und es zu Beginn darauf ankam, möglichst schnell viele Arbeiter einzustellen, hat man daneben noch andere Arbeitlose, für welche die Verdingungsunterlagen vorlagen, sofort begonnen. Etwa 30 Dienstgehöfte, die später der Betriebsverwaltung dienen sollten, wurden vorweg errichtet, um den Bauleitern Wohnung zu gewähren, 17 eiserne Brücken wurden vergeben und die Widerlager errichtet. Eine Reihe von Anschlußbahnhöfen wurde angelegt, auf denen zunächst die Baugeräte, später die Baustoffe angefahren werden sollen. So herrscht bereits bis nach Magdeburg ein reger Baubetrieb.

Abb. 11
Erdarbeiten am Mittellandkanal.

Um eine dem Kanal ebenbürtige Verbindung zum mitteldeutschen Industriegebiet herzustellen, soll die Elbe bis zur Saalemündung durch verschärfte Regulierung bei niedrigstem Wasser auf 1,65 m Wassertiefe gebracht und die fehlende Tiefe bis 2,20 m durch Zuschußwasser aus zwei Saaletalsperren von zusammen 400 Mill. m³ Inhalt beschafft werden. Die Saale soll von der Mündung bis Kreypau kanalisiert werden und von Kreypau nach Leipzig wie von Bernburg nach Staßfurt-Leopoldshall sind Stichkanäle vorgesehen. Die Entwurfsarbeiten für den Elster-Saale-Kanal sind bereits von Sachsen begonnen worden. Ein Bauamt für diesen Kanal ist in Leipzig eingerichtet und die Vorarbeiten sind so weit gefördert, daß demnächst mit der Bauausführung begonnen werden kann.

Die Entwurfsbearbeitung der Saalekanalisierung von Kreypau bis Halle wird in den Bauämtern in Merseburg und Halle vorgenommen. Für den Kanal Bernburg – Staßfurt – Leopoldshall ist ein Bauamt in Bernburg eingerichtet worden. Diese Bauämter haben ihre Tätigkeit erst im vergangenen Jahr aufgenommen. Die Bauarbeiten am Kanal von Bernburg nach Staßfurt und Leopoldshall werden voraussichtlich im Jahre 1929 aufgenommen werden können.

Die weiter in dem ersten Bauabschnitt neben dem Hauptkanal vorgesehene Kanalisierung der Saale von Kreypau bis Halle wird erst später begonnen, sie soll aber mit dem Hauptkanal beendet sein, wenn für ihn eine zehnjährige Bauzeit nötig werden sollte. An diese Arbeiten würde sich dann der weitere Ausbau der Saale und Elbe anschließen. An Mitteln waren nach dem 1. April 1927 noch 270 Mill. ℳ für den Hauptkanal und 90 Mill. ℳ für den ersten Bauteil des Südflügels erforderlich.

Man hatte bereits 1912 eine Erweiterung des Plauer Kanals, jedoch nur für das 600 t-Schiff, beschlossen. Beim Bearbeiten des Mittellandkanals wurde dessen Fortsetzung über den Ihlekanal und der weiteren Verbreiterung des Plauer Kanals als Teil des Mittellandkanals vorgesehen. Der Ausbau des Plauer Kanals war 1914 mit gefangenen Franzosen begonnen, die Arbeiten aber bald wieder eingestellt worden. Im Jahre 1919 wurden die Arbeiten als Notstandarbeiten wieder aufgenommen und sind beim Übergang der Wasserstraßen auf das Reich als begonnener Bau fortgesetzt worden. Die Arbeiten auf der Strecke des Plauer Kanals sind bis auf die Schleuse Groß-Wusterwitz nahezu beendet, während der Schleusenbau erst in diesem Jahre begonnen worden ist. Die Erweiterungsarbeiten am Ihle-Kanal sind etwa zur Hälfte fertig, hier fehlt noch eine Schleuse bei Zerben, die im nächsten Jahre angefangen werden soll.

Im Mittellandkanalgesetz ist ferner die Erweiterung der Schleusen des Oder-Spree-Kanals vorgesehen. Sie sind in Ausführung begriffen. Ihr Ausbau bezweckt eine Verbesserung der Verbindung Schlesiens mit Berlin.

Zwei große gut ausgebaute Wasserstraßensysteme im Westen und Osten Deutschlands harren der Verbindung. Im Westen unser größtes Erzeugungsgebiet, im Osten eines der größten Verbrauchgebiete warten auf billigen Austausch der Massengüter. Auf dem Hauptkanal wird nach der Denkschrift der preußischen Regierung vom Jahre 1920 aus dem bestehenden Verkehr eine Verfrachtung von

rd. 8 bis 9 Mill. t zu erwarten sein. Nach den Eisenbahntarifen von 1917 und den Abgaben und Schiffahrtkosten auf den westlichen Kanälen ergäbe sich eine jährliche Frachtersparnis von rd. 26 Mill. RM, die von der Wirtschaft zu anderen Zwecken verwendet werden können.

Auch die Ausführungsarbeiten sind für die darniederliegende Wirtschaft von großer Bedeutung. Etwa 65 000 t Eisen sind zu verarbeiten, und große Mengen Zement, Steine sowie sonstige Baustoffe zu liefern. 42 Mill. m³ Boden sind auszuheben und mit Zügen in Ablagerungen, Dämmen usw. zu verbauen, dazu werden etwa 70 bis 80 Bagger mit je 2 bis 3 Lokomotiven und 40 bis 50 Wagen in Betrieb gehalten. Das große Gerät muß zum Teil neu beschafft werden.

Am Hauptkanal sind zunächst etwa 3000 Arbeiter beschäftigt. Legt man die rd. 6000 Arbeiter zugrunde, die auf der rd. 40 km langen Kanalstrecke von Hannover bis Peine und am Hildesheimer Zweigkanal bei voller Arbeit auf den Baustellen beschäftigt waren, so kann damit gerechnet werden, daß allein auf den Baustellen am Hauptkanal etwa 18 000 bis 20 000 Arbeiter lohnende Arbeit finden, dazu kommen die Arbeiten in den Werkstätten.

Eine Untersuchung, welcher Teil der Bausumme an Arbeitslöhnen verausgabt werden muß, hat ergeben, daß nach Abzug der Kosten für den Grunderwerb rd. 75 vH der Summe an Löhnen auszugeben sein wird. Die Baukosten für den Hauptkanal allein erfordern ohne Grunderwerb noch rd. 230 Mill. RM, auf Löhne fallen daher innerhalb der Bauzeit mindestens 175 Mill. RM, die also in die weitesten Zweige unserer Volkswirtschaft fließen. [B 1036]

Die Beleuchtung laufender Bänder

Die Beleuchtung laufender Bänder muß man auf folgende Punkte untersuchen: allgemeine Lichtverteilung, Beleuchtungsstärke und Flächenhelle in der Arbeitsebene, Lichtfarbe und Lichteinfallwinkel in bezug auf die Arbeitshand. Von den Wirkungen der Beleuchtung auf die arbeitende Person sind die wichtigsten: die Glanzwirkung, Blendung und Nachbilder, nachfolgende und gleichzeitige Kontrasterscheinungen, Anpassungs- und Reliefwirkungen. Diese bestimmen die Arbeitsleistung, den Grad und die Raschheit der Ermüdung. Es kommt darauf an, die Sichtbarkeit der Gegenstände und die Sicherheit der Arbeitshandlung bei geringster Ermüdung auf einen Bestwert zu bringen.

Wichtig ist die Beleuchtungstärke, das ist die Größe des Lichtstromes, der auf die Flächeneinheit am Arbeitsplatz auftrifft. Die auffallenden Lichtstrahlen müssen zerstreut zurückgeworfen werden und in das Auge des Arbeitenden gelangen. Dunkle Gegenstände werfen weniger Licht (genauer weniger Lichtstrom) zurück als helle. Bei gleicher Beleuchtungstärke wird also das laufende Band um so dunkler aussehen, je weniger Licht es zurückwirft. Das bestimmt die Flächenhelle des Bandes. Das Band wirft das Licht zerstreut zurück, wenn es matt ist, z. B. wenn es aus Leder, Stoff oder gestrichenem Blech besteht. Bei einem gegebenen Band ändert sich die Beleuchtungstärke und die Flächenhelle mit der Art und Größe der Lichtquelle.

Ich habe den Einfluß der Beleuchtungstärke auf die Arbeitsleistung bei Fließarbeit an Arbeitern und Arbeiterinnen der Firma Robert Bosch, A.-G., Stuttgart, untersucht[1]). Die Versuchsperson mußte einen Papierstreifen so lochen, daß jedes Loch mitten auf einen Teilstrich traf. Der Papierstreifen hatte 58 Teilstriche auf 1 m Länge in ungleichen Abständen von 13 bis 23 mm. Die Geschwindigkeit des Bandes betrug gleichförmig 1 m/min. Es wurde unter den verschiedensten Beleuchtungsbedingungen gearbeitet. Bei einer Versuchsreihe wurde die Beleuchtung stärker verändert. Es ergab sich, daß die Güte der Arbeit, ausgedrückt durch die Genauigkeit der Lochung, etwas nachließ, wenn die Beleuchtungstärke weniger als 60 Lux betrug. Lag die Beleuchtungstärke bei rd. 40 Lux, so traten meist über 30 vH Fehler beim Lochen der Striche auf. Unter 40 Lux durfte man also keinesfalls mit der Beleuchtungstärke gehen.

Daraus, daß sich bei den geschilderten Versuchen eine Beleuchtungstärke von 60 Lux als notwendig erwiesen hat, darf man keine allgemeinen Schlüsse ziehen. Diese Beleuchtungstärke stellt nur die untere Grenze dar; die obere Grenze wird durch wirtschaftliche Einflüsse, wie z. B. Stromkosten, festgelegt. Es gibt zwar auch für die beste Arbeitsleistung eine obere Grenze der Beleuchtungstärke, aber sie liegt so hoch, daß sie kaum je überschritten wird. Die günstigste Leuchtdichte (Flächenhelle) der Arbeitsfläche liegt bei rd. 0,0024 HK/cm².

Neben der Beleuchtungstärke ist auch der Winkel und die Richtung des einfallenden Lichtes maßgebend. Das Licht muß immer so einfallen, daß die Hand keine störenden Schatten wirft. Die Größe des Winkels verändert die Länge der Schlagschatten und die Eigenschatten. Ein Versuch, bei dem verschieden große Schraubenmuttern an einem laufenden Tuchband sortiert werden mußten, ergab, daß bei seitlichem Lichteinfall mit einem Winkel von 30° zwischen den Strahlen und der Bandebene die Arbeitsleistung um 40 vH höher war als bei senkrechtem Lichteinfall. Das ist ein besonders schroffes Beispiel; aber es ist sehr lehrreich. Das seitliche Licht von wenigen Lichtquellen längs eines Bandes ergibt scharfe Eigenschaften und Schlagschatten. Der Arbeitsgegenstand tritt infolge der Reliefwirkung plastischer hervor, die richtig gewählte Schattierung der Gegenstände läßt die körperliche Form sinnfällig zur Geltung kommen; das kann bei vielen Bandarbeiten eine Rolle spielen. Bei unmittelbarer Beleuchtung hat man es in der Hand, diesen Eindruck des Gestalthaften zu beeinflussen.

Man muß aber noch auf folgendes achten. Infolge der Bewegung des Bandes verändern sich die Schlagschatten. Man muß nun verhindern, daß die Schatten „flackern", d. h. daß sie infolge zu stark wechselnden Lichteinfallwinkels ihre Größe merklich verändern. Der seitliche Lichteinfall ist aber trotzdem dort anzuwenden, wo sichere Formenunterscheidung notwendig ist.

Wo man Farben unterscheiden muß, spielt die Farbe des Lichtes eine Rolle. Für feine Farbenunterschiede wird man das allerdings etwas teure „elektrische Tageslicht" anwenden. Bei ganz mittelbarer Beleuchtung muß man die Ausnutzung zu 0,2 bis 0,3 annehmen, braucht also mehr oder stärkere Lampen und rein weiße Decken, möglichst ohne Oberlichter. Diese Art der Beleuchtung vermeidet starke Rückstrahlung und spiegelnde Blendung. Alle Schatten werden aufgehellt. Das Raumgefühl wird allerdings etwas herabgesetzt, die Unterscheidung von Formen ist manchmal schwieriger. Dafür hat man aber eine sehr gleichmäßige Lichtverteilung, die man angenehm empfindet.

Soll am laufenden Band feine Anreißarbeit, Klebarbeit, Kleinmontage usw. ausgeführt werden, so ist die mittelbare Beleuchtung trotz der höheren Stromkosten wohl am Platze. Wegen der etwas erschwerten Tiefenwahrnehmung braucht man bei mittelbarer Beleuchtung am laufenden Bande nicht zu ängstlich zu sein; denn das Augenmaß wird infolge der Bewegung der Gegenstände verbessert; erschwerend wirkt allerdings, daß man bei Bandarbeit oft auf größere Abstände sehen muß, die während der Arbeit abnehmen und beim nächsten Arbeitstück wieder groß beginnen. Man kann dem zum Teil durch ruckweise Bewegung des Bandes abhelfen.

Jedenfalls muß sich das Auge immer auf wechselnde Entfernungen einstellen. Man muß daher durch genügende Leuchtdichte auf dem Arbeitsband dafür sorgen, daß man das Sehen erleichtert; denn die Sehschärfe nimmt auch beim gesunden Auge mit der Abschwächung der Leuchtdichte sehr ab. Zwar kann sich das Auge verschiedenen Helligkeiten anpassen (adaptieren), aber die Ermüdung tritt je nach der Leuchtdichte rascher oder langsamer ein. Wechselt die Helligkeit fortwährend, so muß sich das Auge dauernd adaptieren; das muß man vermeiden. Wenn z. B. dunkle Brettchen in Abständen von 15 cm auf einem hellen Tuchband liegen und man die Abstände nicht wesentlich verringern kann, muß man ein dunkles Band statt des hellen nehmen. Dann muß aber auch die Beleuchtung der dunklen Arbeitsfläche entsprechen.

Entlang des ganzen Bandes muß gleiche Leuchtdichte herrschen. Das könnte man mit einer dichtbesetzten parallelen Reihe kleiner nackter Glühbirnen erreichen. Dann bleiben zwar die Schatten ausgezeichnet gleich, aber das Verfahren ist umständlich und kostspielig; außerdem kann Blendung eintreten. Man umgibt daher die Glühlampe am besten mit einem Schirm, der stets mit einem Glasdeckel versehen sein soll, damit sich die große Leuchtdichte des Glühfadens über eine größere Fläche ausbreitet. Dadurch wird Blendung vermieden. [N 942]

Biberist (Schweiz) Dipl.-Ing. H. Kuhn

[1]) Vergl. auch Kuhn, „Arbeitsleistung und Beleuchtung", „Deutsche Psychologie" Bd. 6, Halle a. d. S. 1927, Heft 1.

Getriebe mit räumlicher Dreistabbewegung

Von Dr.-Ing. Karl Stein, Nürnberg

Untersuchung von Getrieben mit räumlicher Dreistabbewegung. Einbau eines zwangläufigen Getriebes in eine Vierzylinder-Verbrennungsmaschine. Der Gleichgang dieser Maschine bei kleinen Schwungmassen.

Unter einem Kurbelgetriebe versteht man einen in einer Ebene bewegten Stabverband, Abb. 1. *I* und *II* sind feste, *A* und *B* bewegliche Gelenke. Die von *C* beschriebene Koppelkurve ist sechster Ordnung. Beim Schubkurbelgetriebe, wo einer der beiden festen Punkte ins Unendliche rückt, ist die Koppelkurve vierter Ordnung. Dann bewegen sich *A* oder *B* auf einer Geraden. Sind beide Stäbe *IA* und *IIB* unendlich lang, so ist die Koppelkurve eine Ellipse.

Nimmt man nun an, daß *I*, *II*, *A* und *B* zwar nicht mehr in der gleichen Ebene liegen, aber Zylindergelenke sind, deren Achsen einander parallel sind, so erhält man Getriebe, die unter den Begriff der ebenen Dreistabbewegung fallen und nur einen einzigen Freiheitsgrad haben. Dabei darf man sogar eines der vier Zylindergelenke durch ein Kugelgelenk ersetzen. Das Kurbelgetriebe ist ein besonderer Fall der ebenen Dreistabbewegung.

Hiervon ausgehend soll im folgenden der Begriff der räumlichen Dreistabbewegung untersucht werden, und zwar am Beispiel einer mit Taumelscheibe ausgerüsteten vierzylindrigen Verbrennungsmaschine, deren Ungleichförmigkeitsgrad zu ermitteln ist. Die Schwungmassen der Maschine sollen möglichst klein angenommen werden, weil wir herausfinden wollen, ob die Maschine auch ohne Schwungrad oder bei ganz geringem Schwungradgewicht gut läuft oder nicht.

Die räumliche Dreistabbewegung

Bei Ausdehnung des Begriffes der ebenen Dreistabbewegung auf den Raum ergeben sich mannigfaltige Gebilde. Man kann nämlich aus den Getrieben der ebenen Dreistabbewegung in der Weise, daß man die Zylindergelenke teilweise durch Kugelgelenke ersetzt und den Achsen der verbleibenden Zylindergelenke irgendwelche Richtungen gibt, Getriebe bilden, die mehr als einen Freiheitsgrad haben. Sind alle Gelenke Kugelgelenke, so hat das Getriebe sechs Freiheitsgrade, Abb. 2. Aus diesem allgemeinen Fall der räumlichen Dreistabbewegung seien im folgenden zwei Sonderfälle hergeleitet und untersucht.

Getriebe mit einem Freiheitsgrad

Nimmt man an, daß in Abb. 1, *I*, *II* und *B* Zylindergelenke sind und daß die Achse des Zylindergelenkes *II* in die Richtung $\overline{IIB}$ fällt, so kann der starre Körper $\overline{IIB}$ nur eine Drehung um die Achse $\overline{IIB}$ ausführen. Die Gerade *IB* liegt dadurch fest; sie möge als Achse des Zylindergelenkes *I* dienen. Die Achse des Zylindergelenkes *B* soll auf der durch die drei Punkte *A*, *B*, *C* bestimmten Ebene senkrecht stehen, wobei *C* irgendein Punkt des starren Körpers $\overline{AB}$ ist. Ist dann *A* ein Kugelgelenk oder ein Zylindergelenk, dessen Achse in die Richtung $\overline{AB}$ fällt, dann erhält man das in Abb. 3 wiedergegebene Getriebe mit einem einzigen Freiheitsgrad. Der Stab $\overline{AB}$ in Abb. 2 erscheint in Abb. 3 als starrer Winkel: $\sphericalangle ABC = \beta$.

Abb. 1 Kurbelgetriebe: ein Freiheitsgrad.

Abb. 2 Getriebe mit vier Kugelgelenken: sechs Freiheitsgrade.

In Abb. 3 ist *B* der Anfangspunkt *O* eines rechtwinkligen Koordinatensystems *xyz*; die Linie *IB* bildet die *Z*-Achse und der übrige Teil des Getriebes befindet sich in der *zx*-Ebene. Unter der Voraussetzung, daß $\beta = 90°$ ist, hat die sphärische Kurve, die *C* in Abb. 3 durchläuft, wenn das Getriebe in Bewegung gesetzt wird, die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} x &= c\,\frac{\cos\gamma + \sin\alpha\cos\alpha\sin\gamma\cos\varphi - \sin^2\alpha\cos\gamma\cos^2\varphi}{\pm\sqrt{1-(\cos\alpha\sin\gamma-\sin\alpha\cos\gamma\cos\varphi)^2}}, \\ y &= c\sin\alpha\sin\varphi\,\frac{\cos\alpha\sin\gamma-\sin\alpha\cos\gamma\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-(\cos\alpha\sin\gamma-\sin\alpha\cos\gamma\cos\varphi)^2}}; \\ z &= c\sin\alpha\,\frac{\sin\alpha\sin\gamma+\cos\alpha\cos\gamma\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-(\cos\alpha\sin\gamma-\sin\alpha\cos\gamma\cos\varphi)^2}} \end{aligned}\right\} \quad (1).$$

Der Winkel φ ist als veränderlicher Parameter anzusehen. Er wird von der *zx*-Ebene und der beweglichen Ebene *ABI* eingeschlossen. Da die Wurzeln in Gl. (1) doppeltes Vorzeichen haben, so erhält man nicht nur die Kurve des Punktes *C*, sondern zwei Kurven, die von der Geraden *BC* auf der Kugel mit dem Mittelpunkt *B* und dem Halbmesser *c* aufgezeichnet werden. Für $\gamma = 0$ vereinfachen sich die Gleichungen (1) erheblich:

$$\left.\begin{aligned} x &= \pm\, c\sqrt{1-\sin^2\alpha\cos^2\varphi}, \\ y &= c\sin^2\alpha\,\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha\cos^2\varphi}}, \\ z &= c\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha\cos^2\varphi}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (2).$$

Man erhält aus Gl. (2) eine sphärische Kurve achter Ordnung, die aus zwei Schleifen besteht. Ihre Projektion auf die *yz*-Ebene gibt ein anschauliches Bild ihrer Gestalt, vergl. Abb. 4. Die hier festgelegten Größen $c = 75$ mm und α sollen für die späteren Untersuchungen beibehalten werden.

Getriebe mit zwei Freiheitsgraden

In dem Getriebe Abb. 2 sollen die beiden Kugelgelenke *I* und *II* durch Zylindergelenke ersetzt werden, und zwar sollen ihre Achsen durch *B* gehen. Dann liegt *B* fest und das Getriebe hat drei Freiheitsgrade. Wir betrachten jedoch nur die Bewegung der beiden starren Körper *IA* und *AB*, Abb. 5.

Das in Abb. 5 dargestellte Getriebe hat zwei Freiheitsgrade. An die Stelle des Kugelgelenkes *A* darf auch ein Zylindergelenk treten, dessen Achse in die Richtung $\overline{AB}$ fällt. Die Scheibe *S* des starren Körpers *AB* denken wir uns senkrecht zu *AB*. Der Punkt *B* ist wieder als

Abb. 3. Räumliche Dreistabbewegung: ein Freiheitsgrad.

Abb. 4 (rechts) Zwangläufige räumliche Dreistabbewegung: senkrechte Projektion der sphärischen Kurve auf die *yz*-Ebene.

Anfangspunkt O des Koordinatensystems benutzt worden Die Z-Achse wird auch hier von $\overline{IB}$ gebildet. Nimmt man nun an, daß eine beliebige Gerade D_1, die in der Ebene der Scheibe S verläuft und durch O geht, mit S fest verbunden ist und durch irgendeine Vorrichtung gezwungen wird, eine Kegelfläche zu beschreiben, deren Spitze in O liegt, so hat man einen jener Fälle, wo das Getriebe nur einen Freiheitsgrad hat. Die Gerade D_1 möge sich in der yz-Ebene bewegen, die als besonderer Fall der erwähnten Kegelfläche anzusehen ist.

Außer D_1 ist noch eine zweite Gerade D_2 gezeichnet, die durch O gehen, in der Ebene S verlaufen und auf D_1 senkrecht stehen möge. Auf D_2 ist im Abstand c von O ein Punkt C gewählt. Die Kurve, die dieser Punkt im gleichen Abstand c von O durchläuft, hat die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} x &= \pm c\sqrt{1-\sin^2\alpha\sin^2\varphi}, \\ y &= c\sin^2\alpha\,\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha\sin^2\varphi}}, \\ z &= c\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{\sin\varphi}{\pm\sqrt{1-\sin^2\alpha\sin^2\varphi}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (3).$$

φ ist der Winkel zwischen der durch die drei Punkte I, A und B bestimmten Ebene und der yz-Ebene.

Gl. (3) stimmt mit Rücksicht auf die veränderte Bedeutung von φ mit Gl. (2) überein. Wenn man φ mit $\varphi + \frac{1}{2}\pi$ vertauscht, so gehen sie ineinander über. Also durchläuft C in Abb. 3 die gleiche Kurve wie in Abb. 5. Man erkennt, daß S in Abb. 5, d. h. bei einem Freiheitsgrad des Getriebes, eine taumelnde Bewegung ausführt, wenn man das Getriebe in Bewegung setzt. Hieraus erklärt sich der Name Taumelscheibe.

Für die allgemeine Dreistabbewegung gilt:

$$K + Z = 4, \quad F = 2(K-1),$$

Abb. 6 bis 8
Getriebe einer vierzylindrigen Verbrennungsmaschine mit Taumelscheibe.

Abb. 5
Räumliche Dreista[...] bewegung: zwei Fre[...] heitsgrade.

worin K die Zahl der Kugelgelenke, Z der Zylinde[...] gelenke und F die Anzahl der Freiheitsgrade ist. Im a[...] gemeinen sind schon bei drei Zylindergelenken die G[...] triebe unbeweglich, um so mehr also bei vier Zylinde[...] gelenken, weshalb auch in der Formel für F der F[...] $Z = 4$ oder $K = 0$ nicht berücksichtigt ist. Bei beso[...] deren Richtungen der Achsen der Zylindergelenke ka[...] jedoch auch ein Getriebe ohne Kugelgelenke bewegli[...] sein, auch treten in solchen Fällen bei $K = 1$ oder $K =$[...] mehr Freiheitsgrade auf, als die Formel für F angibt. V[...] solchen Sonderfällen ist oben die Rede gewesen.

Untersuchung des Getriebes einer Verbrennungsmaschi[...]

In Abb. 6 ist eine vierzylindrige Verbrennung[...] maschine schematisch dargestellt. In diese Maschine, d[...] als Viertaktmaschine gedacht ist, ist das in Abb. 5 wiede[...] gegebene Getriebe eingebaut, wobei das Koordinate[...] system mit übernommen ist. Die vier Kolben und die z[...] gehörigen Pleuelstangen $P\Sigma$, $P'\Sigma'$, QT und $Q'T'$ treibe[...] mittels der Taumelscheibe S, die in Abb. 6 als kreisrun[...] Scheibe mit dem Mittelpunkt O gedacht ist, eine in I u[...] II gelagerte Welle an, auf der eine feste Scheibe S' sit[...] vergl. auch Abb. 7 und 8. Die Welle I-II soll in d[...] Z-Achse fallen. Die unteren Endpunkte P, P', Q und [...] der Pleuelstangen befinden sich auf der Taumelscheibe i[...] Abstand c von O. Die Pleuelstangen haben alle die gleic[...] Länge B. Der Neigungswinkel der Ebene S gegen ei[...] wagerechte Ebene sei α. Um das bei Verbrennung[...] maschinen übliche Verhältnis $\overline{P\Sigma} : \overline{OP} = 4{,}5$ einzuhalte[...] setzen wir $B = 4{,}5\,c = 337{,}5$ mm.

Die in Abb. 5 mit D_1 bezeichnete Gerade ist in Abb. [...] der Scheibendurchmesser $\overline{PP'}$, der durch einen Schlitte[...] in der yz-Ebene geführt wird. Die Gerade D_2 in Abb. [...] ist in Abb. 6 der Scheibendurchmesser $\overline{QQ'}$, der senkrec[...] auf PP' steht. Er zeichnet auf der mit dem Halbmesser [...] der Taumelscheibe um O geschlagenen Kugel eine Kur[...] ab, die Gl. (3) entspricht. Die Taumelscheibe möge d[...] Abb. 7 oder 8 entsprechend auf der Welle I-II drehba[...] sein, was eine unwesentliche Abänderung des in Abb. [...] gezeichneten Getriebes bedeutet; denn man hat es mit zw[...] Freiheitsgraden zu tun, sobald die Schlittenführung en[...] fernt wird. Die Zylindermittellinien sollen in den Koord[...] natenebenen im Abstand $\frac{1}{2}c(1+\cos\alpha)$ von der Z-Ach[...] festliegen. Die Pleuelstangen $\overline{P\Sigma}$ und $\overline{P'\Sigma'}$ bewegen si[...] in der yz-Ebene; $\overline{QT}$ und $\overline{Q'T'}$ machen räumliche B[...] wegungen. Die Kolbenzapfen Σ und Σ' dürfen Zylinde[...] gelenke sein, deren Achsen auf der yz-Ebene senkrec[...] stehen. Alle andern Endpunkte der vier Pleuelstange[...] müssen dagegen Kugelgelenke sein.

R ist der Fußpunkt eines von P in seiner höchste[...] oder tiefsten Lage gefällten Lotes auf die Y-Achse. R' en[...] spricht der Mittelstellung von P, M ist der Schnitt d[...] Zylindermittellinie $\overline{\Sigma M}$ mit der Y-Achse. Da M von [...] die Entfernung $\frac{1}{2}c(1+\cos\alpha)$ hat, so ist $\overline{RM} = \overline{M[...]}$ d. h. die größten Ausschläge der Pleuelstangen $\overline{P\Sigma}$ u[...] $\overline{P'\Sigma'}$ gegen die Zylindermittellinie sind gleich.

$\overline{PP'}$ ist in einer Endstellung, $\overline{QQ'}$ in einer Mitte[...] stellung gezeichnet. Der veränderliche Winkel, den $\overline{P[...]}$ mit der Z-Achse bildet, ist mit Φ bezeichnet, während [...] der Winkel ist, den die durch die Welle I-II und d[...] Senkrechte OA zur Taumelscheibe bestimmte Ebene m[...]

der yz-Ebene bildet[1]). Die Welle *I-II* soll sich so drehen, daß φ zunimmt. Bedeutet nun t die Zeit, so sind $w = \frac{d\Phi}{dt}$ und $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ Winkelgeschwindigkeiten, und es ergibt sich die Beziehung

$$w = \omega \sin\alpha \cos\alpha \frac{\sin\varphi}{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (4).$$

Die Geschwindigkeiten der Punkte der Pleuelstangen

Der Schwerpunkt einer Pleuelstange soll im Abstand $m = \frac{2}{3} B$ vom Kolbenzapfen angenommen werden. P' hat nach Gl. (4) die Geschwindigkeit $c\,w$, es ist also

$$v_{P'} = c\,\omega \sin\alpha \cos\alpha \frac{\sin\varphi}{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi} \quad . \; . \; . \; . \; (5).$$

Wir betrachten das Zeitelement dt als stets positive Größe. Da nun mit Rücksicht auf den Drehsinn der Welle *I-II* auch $d\varphi$ stets positiv ist, so ist $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ auch immer positiv. Die Geschwindigkeit $v_{P'}$ ist also positiv, solange $\sin\varphi$ positiv ist. Der Punkt P' bewegt sich demnach, wie aus der Beziehung zwischen φ und Φ hervorgeht, aus seiner höchsten in die tiefste Lage mit positiver, umgekehrt aus seiner tiefsten in die höchste Lage mit negativer Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit v_P des Punktes P hat den gleichen absoluten Wert wie $v_{P'}$, aber entgegengesetztes Vorzeichen.

Durch Differenzieren der Ausdrücke in Gl. (3) nach der Zeit t erhält man nach weiteren Umrechnungen die Geschwindigkeit v_Q des Punktes Q:

$$v_Q = \frac{c\,\omega \sin\alpha}{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi} \times \sqrt{(1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi) \cos^2\varphi + \sin^2\alpha \cos^2\alpha \sin^4\varphi} \quad . \; (6).$$

Die Geschwindigkeit $v_{Q'}$ des Punktes Q' unterscheidet sich von v_Q ebenfalls nur durch das Vorzeichen. Die Gerade QQ' bewegt sich für einen Winkel φ, der der Bedingung $0 \leq \varphi \leq \frac{1}{2}\pi$ genügt, auf dem in Abb. 6 durch Schraffur hervorgehobenen Viertelbogen der Kurven von Q und Q'. Die Pfeilrichtungen, in denen diese Kurven bei positiver Drehung der Scheibe S' durchlaufen werden, sind in Abb. 6 eingetragen. Nach Gl. (3) durchlaufen daher Q und Q' die Kurven

$$\left.\begin{aligned} x_Q &= -c\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}, \\ y_Q &= -c \sin^2\alpha \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}}, \\ z_Q &= +c \sin\alpha \cos\alpha \frac{\sin\varphi}{\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; (7),$$

$$\left.\begin{aligned} x_{Q'} &= +c\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}, \\ y_{Q'} &= +c \sin^2\alpha \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}}, \\ z_{Q'} &= -c \sin\alpha \cos\alpha \frac{\sin\varphi}{\sqrt{1 - \sin^2\alpha \sin^2\varphi}} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; (8).$$

Deutet der Strich die Differentiation nach t an, so ergeben sich für die Geschwindigkeiten v_T und $v_{T'}$ der Kolbenzapfen T und T' die Ausdrücke

$$\left.\begin{aligned} v_T &= z'_Q - \frac{\left[x_Q + \frac{1}{2} c(1 + \cos\alpha)\right] x'_Q + y_Q y'_Q}{\sqrt{B^2 - \left[x_Q + \frac{1}{2} c(1 + \cos\alpha)\right]^2 - y_Q^2}}, \\ v_{T'} &= z'_{Q'} - \frac{\left[x_{Q'} - \frac{1}{2} c(1 + \cos\alpha)\right] x'_{Q'} + y_{Q'} y'_{Q'}}{\sqrt{B^2 - \left[x_{Q'} - \frac{1}{2} c(1 + \cos\alpha)\right]^2 - y_{Q'}^2}} \end{aligned}\right\} \quad . \; (9).$$

Für die Geschwindigkeiten v_s und $v_{s'}$ der Schwerpunkte der Pleuelstangen QT und $Q'T'$ erhält man die Vektorgleichungen

$$B\,\mathfrak{v}_s = m\,\mathfrak{v}_Q + n\,\mathfrak{v}_T, \quad B\,\mathfrak{v}_{s'} = m\,\mathfrak{v}_{Q'} + n\,\mathfrak{v}_{T'} \; . \; . \; (10).$$

Diese Geschwindigkeiten sind also bekannt. Dagegen sind die Geschwindigkeiten in Gl. (5), (6), (9) und (10) in Abhängigkeit von der Zeit t nicht bekannt, da die Winkelgeschwindigkeit ω, die den Gleichgang der Maschine beeinflußt, unbekannt ist. Es läßt sich aber zeigen, daß eine Größe v/ω, worin v die Geschwindigkeit eines beliebigen Pleuelstangenpunktes und ω die Winkelgeschwindigkeit der Welle *I-II* ist, eine bekannte Funktion von φ ist.

Durch die Größen $\frac{v_P}{\omega}$ und $\frac{v_{P'}}{\omega}$ sind auch die Ausdrücke $\frac{v_\Sigma}{\omega}$, $\frac{v_{\Sigma'}}{\omega}$, $\frac{v_s}{\omega}$ und $\frac{v_{s'}}{\omega}$ festgelegt, so daß man die Geschwindigkeiten v_Σ, $v_{\Sigma'}$, v_s und $v_{s'}$, die sich auf Kolbenzapfen und Schwerpunkte der Pleuelstangen $\overline{P\Sigma}$ und $P'\Sigma'$ beziehen, gar nicht zu berechnen braucht; denn diese beiden Pleuelstangen gehören einem ebenen Kurbeltrieb an, bei dem die Geschwindigkeit eines beliebigen seiner Punkte aus einer bekannten Geschwindigkeit eines Getriebepunktes zeichnerisch ermittelt werden kann.

Die Reduktion der Gewichte

Es sei angenommen, daß die vier Kolben alle gleich schwer sind, ebenso die vier Pleuelstangen. Nach Kölsch[2]) darf bei Vierzylinder-Verbrennungsmaschinen mit 90 bis 119 mm Zylinderbohrung ein Kolben 1,6 bis 2,5 kg und eine Pleuelstange 1,0 bis 2,8 kg wiegen. Wir nehmen einen Zylinderdurchmesser $D = 90$ mm an; Kolben, Pleuelstangen und Taumelscheibe mögen je 2,5 kg wiegen und die Scheibe S' 1 kg. Das Gewicht der Welle *I-II* ist gleichgültig.

Diese Gewichte sind nun durch Punkte zu ersetzen, so daß ein dem ursprünglichen dynamisch gleichwertiges System entsteht. Die Massen der Kolben kann man sich in den vier Kolbenzapfen Σ, Σ', T und T' vereinigt denken[3]).

Für die übrigen Teile ergeben sich folgende Ersatzpunkte:

Für die Pleuelstange liegt $G_{P_1} = 1$ kg im Kolbenzapfen, $G_{P_s} = 0{,}5$ kg im Schwerpunkt, $G_{P_2} = 1$ kg im Kurbelzapfen. Dabei liegt ein Trägheitsmoment von 0,385 cm kg s² zugrunde. Die Pleuelstangen sind alle vier als gleich anzusehen. Der Massenersatz ist theoretisch befriedigend, da unendlich dünne Stangen angenommen werden.

Für die Taumelscheibe erhält man vier Ersatzpunkte von je $\frac{1}{4} G_S = 0{,}625$ kg am Rand auf zwei zueinander senkrechten Durchmessern. Das Trägheitsmoment beträgt 0,14 cm kg s². Die ringförmige Scheibe mit Nabe und Speichen hat ein spezifisches Gewicht 8, ferner 8,8 cm äußeren und 6,2 cm inneren, also 7,5 cm mittleren Halbmesser. Der Querschnitt des Ringes ist quadratisch. Der Massenersatz ist unter diesen Umständen genau genug.

Für die Welle *I-II* mit der festen Scheibe S' erhält man vier Ersatzpunkte am Rand auf zwei zueinander senkrechten Durchmessern von je $\frac{1}{4} G_{S'} = 0{,}25$ kg. Das Trägheitsmoment beträgt 1,6 cm kg s², der Halbmesser 4 cm. Der Massenersatz ist genau genug. Vier weitere Ersatzpunkte auf der Welle haben auf unsre Untersuchungen keinen Einfluß, weil sie keine Geschwindigkeit haben, jedoch müssen sie paarweise gleich schwer sein und in gleichen Abständen vom Scheibenmittelpunkt liegen.

In einem jeden Kolbenzapfen liegt somit ein Gewicht $G_1 = G_K + G_{P_1} = 3{,}5$ kg, in jedem Kurbelzapfen ein solches von $G_2 = G_S + G_{P_2} = 1{,}625$ kg Die Gewichte G_1 G_2 und G_{P_s} reduzieren wir nun auf einen beliebigen Punkt am Rand der Scheibe S', dessen Geschwindigkeit

[1]) $\operatorname{tg}\Phi = \frac{\operatorname{ctg}\alpha}{\cos\varphi}$; $\measuredangle\,\varphi$ soll, aus der Richtung der positiven Z-Achse gesehen, gegen den Uhrzeiger positiv gemessen werden.

[2]) Kölsch, Über Zylinderzahl und Zylinderanordnung bei Fahr- und Flugzeugmaschinen, Berlin .9 .

[3]) Vergl. Kölsch, a. a. O., S. ı7.

wir mit $v_l = l\,\omega$ bezeichnen. Die einzelnen reduzierten Gewichte betragen:

$$\left.\begin{aligned}
G_{P_r} &= \left(\frac{v_P}{v_l}\right)^2 G_2, & G_{P'_r} &= \left(\frac{v_{P'}}{v_l}\right)^2 G_2,\\
G_{S_r} &= \left(\frac{v_S}{v_l}\right)^2 G_{P_s}, & G_{S'_r} &= \left(\frac{v_{S'}}{v_l}\right)^2 G_{P_s},\\
G_{\Sigma_r} &= \left(\frac{v_\Sigma}{v_l}\right)^2 G_1, & G_{\Sigma'_r} &= \left(\frac{v_{\Sigma'}}{v_l}\right)^2 G_1,\\
G_{Q_r} &= \left(\frac{v_Q}{v_l}\right)^2 G_2, & G_{Q'_r} &= \left(\frac{v_{Q'}}{v_l}\right)^2 G_2,\\
G_{\bar S_r} &= \left(\frac{V_S}{v_l}\right)^2 G_{P_s}, & G_{\bar S'_r} &= \left(\frac{V_{S'}}{v_l}\right)^2 G_{P_s},\\
G_{T_r} &= \left(\frac{v_T}{v_l}\right)^2 G_1, & G_{T'_r} &= \left(\frac{v_{T'}}{v_l}\right)^2 G_1
\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; (11).$$

Die Massenpunkte am Umfang der Scheibe S' sind selbst ihre reduzierten Massen, die auf der Welle *I-II* haben keine reduzierten Massen, weil sie sich nicht bewegen.

Die reduzierten Gewichte sind veränderlich, wie aus Gl. (5), (6), (9) und (10) hervorgeht, mit deren Hilfe sich Gl. (11) zeichnerisch genau wiedergeben lassen. Die Kurve der Summe der Gewichte zeigt Abb. 9. Dabei ist die Abszissenachse der aufgerollte Umfang der Scheibe S'.

Abb. 9
Diagramm der reduzierten Gewichte.

Der Gleichgang der Maschine

Der größte spezifische Druck in den Zylindern beträgt bei neueren Ausführungen von Verbrennungsmotoren für Fahrzeuge 20 bis 25 kg/cm². Da wir Zylinder von $D = 9$ cm Bohrung haben, so ist die größte Kolbenkraft bei 24 kg/cm² spezifischem Druck $0{,}25\,\pi \cdot 81 \cdot 24 \approx 1500$ kg. Das in Abb. 10

Abb. 10
Diagramm der spezifischen Kolbendrücke und der Kolbenkräfte.

wiedergegebene Diagramm der spezifischen Drücke soll für alle vier Zylinder unsrer Viertaktmaschine zugrunde gelegt werden. Der mittlere spezifische Druck ist $p_m = 6{,}7$ kg/cm² und die Zylinderleistung

$$N = \frac{\pi D^2 p_m\, s\, n\, b}{4 \cdot 30 \cdot 75\, a} = 6 \text{ PS},$$

worin außer den bekannten Größen $n = 1600$ Uml./min die Drehzahl, $b = 1$ die Anzahl der wirksamen Kolbenflächen und $a = 4$ die Taktzahl ist. Die Kolbenkräfte haben gleiche oder entgegengesetzte Richtungen wie die Kolbengeschwindigkeiten. Wir reduzieren sie nach dem gleichen Punkt am Umfang der Scheibe S', nach dem wir die Gewichte reduziert haben. Die Richtungslinien der reduzierten Kräfte sollen die Tangenten an die Scheibe S' sein. Bezeichnet man die Kolbenkräfte in den vier Punkten Σ, Σ', T und T' mit K_Σ, $K_{\Sigma'}$, K_T und $K_{T'}$ dann sind

$$\left.\begin{aligned}
K_{\Sigma_r} &= \frac{v_\Sigma}{v_l} K_\Sigma, & K_{\Sigma'_r} &= \frac{v_{\Sigma'}}{v_l} K_{\Sigma'},\\
K_{T_r} &= \frac{v_T}{v_l} K_T, & K_{T'_r} &= \frac{v_{T'}}{v_l} K_{T'}
\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; (12)$$

die entsprechenden reduzierten Kräfte, deren Summen über dem zweimal aufgerollten Umfang der Scheibe S' eine Kurve ergeben, aus der sich die Arbeitsdiagramme, Abb. 11 und 12, zeichnen lassen. Diese Diagramme können auch aus dem Diagramm der Kolbenkräfte hergeleitet werden[4]). Abb. 11

Abb. 11
Zündfolge Σ', T, Σ, T'.

Abb. 12
Zündfolge Σ', Σ, T', T.

Abb. 11 und 12
Arbeitsdiagramme über dem doppelt aufgerollten Umfang der Scheibe S'.

gilt für die Zündfolge Σ', T, Σ, T', Abb. 12 für die Zündfolge Σ', Σ, T', T. Die Teilpunkte entsprechen den Teilpunkten in Abb. 9 und 10.

Aus den Abb. 9, 11 und 12 lassen sich nun die Massenwuchtkurven, Abb. 13 und 14, zeichnen. Sie haben die Ordinaten von Abb. 9 als Abszissen und die den gleichen Teilpunkten entsprechenden Unterschiede $(A - W)$ in Abb. 11 und 12 als Ordinaten[5]). Zu beachten ist dabei, daß Abb. 9 nur für die Teilpunkte 0 bis 24 gezeichnet ist. Für die Teilpunkte 24 bis 48 ergibt sie sich jedoch durch eine Verschiebung längs der Abszissenachse.

Bei kleinem Ungleichförmigkeitsgrad δ darf man an die Massenwuchtkurve unter einem Winkel ε gegen die Abszissenachse zwei äußerste Tangenten legen, wenn ε der Beziehung genügt:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{v_l^2}{2\,g},$$

[4]) Das Diagramm der reduzierten Kräfte ist nicht wiedergegeben. Über dem doppelt aufgerollten Umfang der Scheibe S' sind jedoch Abb. 11 und 12 gezeichnet.

[5]) Die Gerade W entspricht einem am Umfang der Scheibe S' angreifenden gleichbleibenden Widerstand.

Abb. 13
Massenwuchtdiagramm, Zündfolge Σ', T, Σ, T'.

worin v_l die mittlere Geschwindigkeit eines Punktes am Rande der Scheibe S' ist. Aus dem in der Ordinatenrichtung gemessenen Abstand $A'-A''$ dieser Tangenten ergibt sich nach Kölsch

$$\delta = \frac{A'-A''}{G_R \frac{v_l^2}{2g}},$$

worin G_R der Mittelwert aller reduzierten Gewichte ist. Bei $n = 1600$ Uml./min und $l = 4$ cm wird $v_l = \pi\, l\, n/30 = 6{,}7$ m/s und $\operatorname{tg} \varepsilon = 2{,}25$. Aus Abb. 13 ergibt sich $A'-A'' = 90$ mkg für die Zündfolge Σ', T, Σ, T' und aus Abb. 14 $A'-A'' = 42$ mkg für die Zündfolge Σ', Σ, T', T. Ferner liefert Abb. 9 eine kleinste Ordinate $G_{\min} = 11$ kg und eine größte $G_{\max} = 20$ kg. Daher liegt der Ungleichförmigkeitsgrad δ zwischen den Grenzen

$$\frac{A'-A''}{G_{\max}\cdot 4{,}5} \quad \text{und} \quad \frac{A'-A''}{G_{\min}\cdot 4{,}5},$$

und zwar wird

Abb. 14
Massenwuchtdiagramm, Zündfolge Σ', Σ, T', T.

$1{,}0 < \delta < 1{,}8$ für die Zündfolge Σ', T, Σ, T' und
$0{,}1 < \delta < 0{,}8$ „ „ „ Σ', Σ, T', T.

Man sieht jetzt, daß der Ungleichförmigkeitsgrad unsrer Maschine nicht gering sein kann. Die Verbrennungsmaschine nach Abb. 6 kann bei solch kleinen Schwungmassen, wie wir sie angenommen haben, keinen guten Gleichklang haben. Dieser ist nur durch ein ausreichend bemessenes Schwungrad zu erreichen. Ferner ist die Maschine mit der Zündfolge Σ', Σ, T', T der Maschine mit der Zündfolge Σ', T, Σ, T' vorzuziehen.

Die Vierzylindermaschine, Abb. 6, läßt sich übrigens in eine Zweizylindermaschine umändern. Zu diesem Zweck braucht man nur die beiden Kolben Σ und Σ' oder T und T' mit ihren Pleuelstangen zu entfernen. Unter sonst gleichen Umständen wird aber durch solche Änderungen der Gleichgang vermutlich nicht viel besser.

Die Untersuchung von Maschinen, die mit Taumelscheibe ausgerüstet sind, aber mehr als vier Zylinder haben, lohnt sich deshalb nicht, weil die auf der Taumelscheibe gelegenen Endpunkte der Pleuelstangen unter Umständen Kurven beschreiben, die sehr verwickelt sind. Eine einfache Analyse dieser Kurven, auf die es gerade ankommt, wäre also unmöglich. [B 1028]

Zeitlicher Verlauf der Wärmeübertragung im Dieselmotor[1]

Die Wärmeübertragung zwischen Verbrennungsgas und Zylinderwandung ändert sich während eines Arbeitsspieles im wesentlichen mit der Dichte und der Strömung der Gase. Die auf mannigfache Ursachen zurückzuführenden Strömungen im Arbeitszylinder eines Verbrennungsmotors entziehen sich heute noch der Berechnung.

Dagegen läßt sich durch Versuche die vom Gas an die Wand übertretende Wärmemenge in ihrem zeitlichen Verlauf während eines Arbeitsspieles ermitteln. Zu diesem Zweck muß man die Schwingungen der Temperatur in der Wandung des Verbrennungsraumes messen. Solche Messungen lassen sich mit Hilfe von Thermoelementen ausführen, deren Anzeige man mittels eines Saitengalvanometers auf photographischem Wege aufnimmt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde auf die früher in dieser Zeitschrift[2]) besprochenen Versuche zurückgegriffen, die auf dem Prüfstand der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur an einer Zweitaktmaschine von 600 mm Zyl.-Dmr. und 1060 mm Hub durchgeführt worden sind. Ausgehend von den Temperaturdiagrammen wurde für verschiedene Oberflächenpunkte des Verbrennungsraumes bei gegebener Belastung und Drehzahl der periodische Verlauf der in die Wandung eindringenden Wärmemenge berechnet. Auf den augenblicklichen Temperaturunterschied zwischen Gas und Wand bezogen, erhält man daraus den zeitlichen Verlauf der Wärmeübergangzahl.

Abb. 1
Verlauf der Wärmeübergangzahl bei Vollast für eine im Zylinderdeckel des Dieselmotors gelegene Meßstelle.

Abb. 1 zeigt den so ermittelten Verlauf der Wärmeübergangzahl bei Vollast für eine im Deckel gelegene Meßstelle. Deutlich tritt die starke Steigerung der Wärmeübertragung während der Verbrennung hervor, die sich bei allen untersuchten Diagrammen in ähnlicher Weise wiederholt. [M 1002]

Winterthur Dr.-Ing. G. Eichelberg

[1]) Auszug aus der gleichnamigen Arbeit im Heft 300 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens (Wärmeforschungsheft), herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Berlin 1927.
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 429.

Die neuen Gießereien der Citroën-Werke

Von Prof. U. Lohse, Hamburg

Die früheren Unternehmungen Citroëns — Planung der neuen Werke in Clichy — Große Graugießerei: Form- und Gießbetrieb Sandaufbereitung und -förderung, Putzerei — Tempergießerei: Schmelzbetrieb, Form- und Gießbetrieb — Bronze- und Aluminiumgießerei — Vorrichtungswerkstatt.

André Citroën, der als erster die Massenherstellung des Kraftwagens nicht nur in Frankreich, sondern im heutigen Umfang wohl in ganz Europa einführte, der französische Ford, wurde 1878 in Paris geboren[1]). Er war schon vor dem Kriege durch seine Zahnrädererzeugnisse bekannt, die sich auch im Auslande wegen ihrer vorzüglichen Beschaffenheit eines sehr guten Rufes erfreuten. Nachdem er seine Studien auf der altberühmten Ecole Polytechnique seiner Vaterstadt abgeschlossen hatte, gründete er als 23jähriger im Jahre 1901 mit 10 Arbeitern und einem Konstrukteur eine Zahnradfabrik, mit der er im ersten Jahr einen Umsatz von 15 000 Fr erzielen konnte, der sich in vier Jahren auf 100 000 Fr hob. Heute beläuft sich der Tagesumsatz der von ihm betriebenen Werke auf 4 000 000 Fr.

Im Jahre 1908 wurde er mit der Umstellung des Mors-Kraftwagen-Werkes betraut, das damals jährlich 125 Wagen herstellte. Bei Kriegsausbruch hatte er die Jahreserzeugung des Werkes auf 1200 Wagen gebracht. Inzwischen hatte er eine Zahnradfabrik in Moskau und eine bei den Skoda-Werken ins Leben gerufen, in denen Citroën-Räder hergestellt wurden. Während des Weltkrieges erwarb er sich große Verdienste um die Munitionsbeschaffung, für die er im Auftrage der französischen Armeeleitung verschiedene große Fabrikanlagen baute und in Betrieb setzte.

Gleich nach dem Waffenstillstand faßte er den Gedanken, die Massenerzeugung eines 10 PS-Kraftwagens aufzunehmen und begann mit einer Tageserzeugung von 30 Wagen, die er im Laufe der Jahre auf die heutige von 400 Stück steigern konnte. Die Werkstätten der Citroën-Werke sind imstande, nötigenfalls bis 1200 Kraftwagen täglich herzustellen. Die rasche Verbreitung des Citroën-Wagens über die ganze Welt ist bekannt, sie beruht auf seiner gefälligen Form, der Güte seines Motors und seinem infolge Massenherstellung niedrigen Preise.

Die neuen Gießereianlagen in Clichy[2]), einer Vorstadt von Paris, wurden von Léon Thomas, beratendem Ingenieur, Paris, entworfen und unter seiner Leitung erbaut. Sie stellen eine glückliche Übertragung neuzeitlicher amerikanischer Einrichtungen auf europäische Verhältnisse dar. Die Bandarbeit wurde in mehrere von einander unabhängige Strecken unterteilt, um sie der schwankenden Wirtschaftslage anpassen zu können, ohne die Herstellgeschwindigkeit zu ändern. Außerdem wurden normale Arbeitsgänge in sinnvoller Weise an passenden Stellen in die Fließstrecken eingeschaltet. So entstand eine Gesamtbetriebsführung, bei der unter weitgehender Verwendung von angelernten Arbeitern am Fließband die Ausnutzung hochwertiger Facharbeiter für Arbeiten, die besondere Sorgfalt und Geschicklichkeit verlangen, in wünschenswertem Umfang ermöglicht ist.

[1]) Näheres vergl. „The Foundry" Bd. 55 (1927) S. 791.
[2]) Vergl. „The Foundry" Bd. 55 (1927) S. 748 u. f.

Abb. 1
Lageplan der Citroën-Werkstätten in Clichy.

a Kesselhaus
b Maschinenhalle
c Kraftunterwerk Nr. 1
d Laboratorium
e Verwaltung
f Modellwerkstatt
g Graugießerei
h Tempergießerei
i Bronze- und Aluminiumgießerei
k Vorrichtungswerkstatt
l Lager für Gießereiwerkstoffe
m Kokslager

Abb. 2
Hof mit Rohstofflager. Sämtliche Gebäude haben große Fensterflächen; links Kokslagerhalle, rechts Gießereihallen.

Die Anlagen wurden für eine Erzeugung von 500 Wagen in achtstündiger Arbeitsschicht und 1000 in einer Doppelschicht entworfen. Die Erfahrung hat indessen ergeben, daß diese Zahlen sich mit den vorhandenen Einrichtungen um mindestens 20 vH ohne weiteres steigern lassen. Am 1. März 1925 wurde mit dem Bau begonnen, bereits ein Jahr später konnten die Gießereien und ein Teil der Schmiede in Betrieb genommen werden.

Die Werkstätten, Abb. 1, umfassen ein Gelände von 121 678 m², wovon 80 844 m² überbaut sind. Sämtliche Gebäude und Höfe haben Gleisanschlüsse für Regelspur, deren Gesamtlänge 6500 m beträgt. Außerdem dienen noch 210 m Schmalspurgleise der inneren Werkförderung. Rohrleitungen und Kabel sind in Tunneln verlegt, die zusammen 1275 m lang sind. Der Hauptwasserbehälter faßt 700 m³. Der elektrische Strom wird von drei Wechselstrom-Turbodynamos von je 1000 kVA, der Dampf von vier Stirlingkesseln erzeugt. Sie haben je 375 m² Heizfläche und liefern je 16 000 kg/h Dampf; sie sind teils mit Öl-, teils mit Kohlenstaubfeuerung ausgerüstet. Im Maschinenhause sind außerdem noch vier Turbokompressoren für Druckluft von 7 at und vier für Druckluft von 3 at aufgestellt. Die Kompressoren werden durch acht Antriebturbinen von je 425 PS angetrieben. Der Kohlenstaub für sämtliche Feuerungen des Werkbetriebes wird im Werk selbst hergestellt.

Die wenigen Zahlenangaben zeigen schon die gewaltige Ausdehnung der Anlage. Der Haupteingang befindet sich an der Rue Vassou an der Westseite des Grundstücks, Abb. 1. Von ihm aus führt zwischen dem Verwaltungsgebäude und dem Laboratoriumsgebäude, in dem

Abb. 3
Graugießerei für Automobilteile.

a Behälter für Rohstoffe: Roheisen, Sand, Koks usw.
b Sandtrockner
c fünf Gruppen zu je 2 Kuppelöfen zum Roheisenschmelzen
d vier Sandaufbereitungen für Formsand
e Aufbereitung für Stahlgußformstoffe
f Formsandbehälter
g Kernsandspeicher
h Kernsandaufbereitung
i zwei Birnen
k Großformmaschinen, Bauart Badische Maschinenfabrik
l Bühne für die Bedienung der Birnen
m Schleifmaschinen zum Putzen von Gußteilen für eigenen Betrieb
n Schmalspurgleis zum Bedienen der Trockenöfen
o Trockenöfen für Formen und Kerne
p Glühofen
q Fließstrecken zum Formen und Gießen von Steuerrädern und andern kleinen Kraftwagenteilen
r Gruppen von je 2 Preßformmaschinen mit Füllbehältern
s Kastenentleerungsroste
t Fließstrecke zum Formen und Gießen von Zylinderblöcken und Zylinderköpfen
u Fließstrecke zum Formen und Gießen von Getriebekästen
v vier Sandschleuderer, Bauart Beardsley & Piper
w Lastenaufzüge
x Kuppelofenvorherde
y Kernmacherei
z Lagern der Kerne auf fahrbaren Gestellen
a_1 Putzerei
b_1 Drehtisch-Sandstrahlgebläse
c_1 Putztrommeln
d_1 Schleifmaschinen
e_1 Ständer zum Prüfen des Rohgusses unter Druck
f_1 Putz aus
g_1 Staubabsaugstellen
h_1 Behälter für Altsand

auch das Kraftunterwerk Nr. 1 untergebracht ist, eine gerade breite Hauptstraße durch das ganze Werk hindurch. Die einzelnen Werkstattgebäude stoßen mit ihren Schmalseiten unmittelbar an diese Hauptstraße. Sie sind sämtlich mit den Hauptachsen senkrecht zu ihr gebaut und durch breite Querstraßen voneinander getrennt. Im rechts liegenden Grundstücksteil liegen an der Hauptstraße Maschinenhalle, Kesselhaus und Unterwerk Nr. 2, hinter denen die langgestreckten Schmiedehallen liegen. Um aus der Schmiede unmittelbar in die Hauptstraße gelangen zu können, was wegen der Förderung und der Nachprüfung wünschenswert ist, wurde die vorderste Halle an der Schmalseite der Kraftzentrale vorbei bis an die Straße vorgezogen.

Gegenüber, auf der linken Hauptstraßenseite, liegen also die Hallen für die Gießereibetriebe. Sie sind sämtlich gleich lang und stoßen mit den hinteren Schmalseiten an den Hof, auf dem das Rohstofflager untergebracht ist, Abb. 2. Der Hof ist 7500 m² groß und an der einen Seite durch ein Kokslager von 2120 m² Fläche begrenzt. Er wird in seiner ganzen Länge von zwei Laufkranen mit Drehkrankatzen bestrichen, die mit Hubmagneten und mit Greifern arbeiten können.

Dem Haupteingang zunächst liegt die Modellwerkstatt, Abb. 1. Dann folgt die große mechanische Graugießerei (12 640 m²), in der sämtliche Kraftwagenteile aus Grauguß hergestellt werden, Abb. 3. Bei der Herstellung der Formen und Gußstücke wendet man arbeitsparende Verfahren und fließende Fertigung an. Die Tagesleistung beträgt 65 000 kg Kraftwagengußteile, 15 000 kg Grauguß und 5000 kg Stahlguß für eigenen Werkbedarf. Mit der mechanischen Sandaufbereitanlage kann man 40 000 kg/h Formsand aufbereiten.

In der mechanischen Graugießerei hat man zehn Kuppelöfen, zwei Birnen, 24 Rüttelformmaschinen, vier Sandschleuder-Formmaschinen, acht Doppel-Kerntrockenöfen, die ungefähr 8000 kg Kerne aufnehmen können, zwei Formtrockenöfen und einen Glühofen aufgestellt. Die Sandförderer sind 950 m, die Fließstrecken insgesamt rd. 930 m, die Handhängebahnen 600 m, die Hängebahnen mit Führersitz-Laufkatze 220 m lang. Außerdem sind zehn Laufkrane für 2000 kg und einer für 5000 kg Nutzlast in der Gießerei für Kraftwagenteile vorhanden. Hier werden 1973 PS motorische Energie und 500 PS Druckluftenergie verbraucht. In der andern Gießerei laufen drei Laufkrane für 15 000 kg und ein elektrischer Drehkran für 2500 kg Nutzlast. Das Gesamtgewicht der hier gewonnenen Graugußteile beträgt im Höchstfalle täglich 30 000 kg, der Stahlgußteile 10 000 kg. Der Kraftbedarf beläuft sich auf 200 PS.

Die Rohstoffe werden vom Lagerplatz aus unmittelbar an ihre Verwendungsstellen gefördert, die sämtlich an der linken Schmalseite des Baues liegen, Abb. 3. Die fertigen Gußstücke verlassen die Halle an der rechten Schmalseite. Es ist also ein vollkommen gradliniger Fertigungsfluß erreicht. Die Gießstelle, Abb. 4, befindet sich an einem Ende der Strecke. Das flüssige Gußeisen wird von den Kuppelöfen in einer Gießtrommel, die an

Abb. 5
Schema einer Fließstrecke mit Sandaufbereitung.

a Sandaufbereitung 2
b Altsandförderband (kann in beiden Richtungen laufen)
c Sandaufbereitung 1
d Neusandsieb
e Altsandsieb
f Mischteller
g Leitung für Altsand-Siebrückstände
h Schleudermühle
i Förderband für aufbereiteten Sand (kann in beiden Richtungen laufen)
k Verbindungsband
l Zuteilteller zum Regeln des Mischverhältnisses
m Abstreicher für normalen Betrieb
n Abstreicher für gesteigerten Betrieb
o Leitung für Neusand-Siebrückstände
p Kollergang
q Magnetscheider und Walzenbrecher
r Greifer für Neusandförderung
s Altsandsilo
t Schleudermühle
u getrockneter Neusand
v Altsand
w Zuteilteller zum Regeln des Mischverhältnisses
x Neusand
y Becherwerk für Neusand
z Becherwerk für Altsand

a_1 Zuteiler
b_1 Kohlenstaubbehälter
c_1 Rückstände aus dem Magnetscheider
d_1 Rückfall zum Neusand-Becherwerk
e_1 Strecke für abzugießende Formen
f_1 Gießstrecke
g_1 Förderband für den aufbereiteten Sand
h_1 Sandbehälter
i_1 Formpressen
k_1 Überläufe
l_1 Rückweg der abgegossenen Formen
m_1 Sandschleuder
n_1 Sandzufuhr für das Schüttelsieb des Schleuderers
o_1 Ankunftstelle der ausgegossenen Formen
p_1 Überlauf
q_1 Behälter für den Altsand
r_1 Rinne für Altsand

Abb. 4
Fließstrecke in der Graugießerei.

einer Hängebahn-Laufkatze mit Führer
sitz hängt, zur Gießstelle gefahren un
dort in Handpfannen umgegossen. Au
den Handpfannen werden die Formen
auf dem Rollenförderer stehend, aus
gegossen.

Die Gießerei ist dreistöckig. Abb.
gibt schematisch eine Fließstrecken
einheit mit Rollenförderer, Form
maschinen, Sandförderer und Sandauf
bereitung wieder. Die Formerei ist mi
dem Ausgießen der Formen im erste
Stockwerk untergebracht. Im Erdge
schoß befinden sich die Rückförder
anlagen für den über Rosten ent
leerten alten Formsand und für den be
der Formherstellung abfallenden San
zur Sandaufbereitung, während di
Fördereinrichtungen für den aufberei
teten Sand von der Sandaufbereitun
zu den Formplätzen in das zweit
Stockwerk verlegt sind. Auf diese Weis
sind die langen Förderbänder den si
schädigenden Einflüssen der Hitze un
des Staubes der Gießhalle entzoge
außerdem wurde eine gute Übersich

der ganzen Sandförderung und Aufbereitung bei leichter Zugänglichkeit aller ihrer Teile erreicht. Die bei den Rollenförderern eingezeichneten Pfeile deuten die Bewegungsrichtungen der Formen und entleerten Formkästen von den Formmaschinen über die Abgießstelle zum Entleerungsrost und von diesen wieder zu den Formmaschinen an.

Becherwerke heben den Altsand in das zweite Stockwerk, von wo er über Mischmaschine und Magnetscheider in einen Altsandbehälter fällt. Der Neusand wird mittels Greifer in die beiden Neusandbehälter geschafft. Aus den Behältern gelangen Alt- und Neusand über darunter sich drehende Zuteilteller in geeigneten Mengenverhältnissen in die Tröge von Becherwerken, die das Sandgemisch den Drehsieben zubringen. Auf dem Wege erhält es vor dem Eintritt in die Siebe die erforderliche Anfeuchtung mit Wasser. Der durchgesiebte Sand geht über eine Schleudermühle in einen Sammelbehälter, der unten wieder einen Zuteilteller hat. Dieser gibt den nunmehr fertig aufbereiteten Sand auf einen langen Riemenförderer, mit dem er über die Formplätze verteilt wird. Zum Abstreifen des Sandes in die neben den Formplätzen stehenden Behälter dienen Pflüge. Für die Sandschleuderer sind besondere Zwischenriemenförderer eingebaut.

Der überschüssige Sand wird am Ende des Hauptförderers in eine Überlaufschurre abgegeben, durch die er in das Erdgeschoß auf den Altsandförderer gelangt, der ihn mit dem Altsand wieder zur Aufbereitanlage bringt. Durch Querförderbänder ist es möglich, die einzelnen Aufbereitanlagen miteinander zu verbinden. Man kann also eine ganze Aufbereitung ausschalten, falls das wegen vorzunehmender Ausbesserarbeiten erforderlich sein sollte, und die betreffende Formmaschinengruppe von der Sandaufbereitung der danebenliegenden Gruppe bedienen lassen. Nötigenfalls können auch zwei Sandaufbereitanlagen miteinander für eine Formmaschinengruppe liefern, wenn ausnahmsweise besonders große Sandmengen dort gebraucht werden.

Gußstücke mit Angüssen und Steigern werden mit Plattenförderern der im Erdgeschoß untergebrachten Putzerei zugeführt, Abb. 3. Nachdem sie dort gereinigt sind, wird jedes Stück genau geprüft, fehlerhafte Stücke werden sofort ausgeschieden. Auch in der Putzerei werden in großem Umfang Rollenförderer benutzt.

Die T e m p e r g i e ß e r e i, Abb. 6, ist durch eine breite Querstraße von der mechanischen Graugießerei getrennt, Abb. 1, und bedeckt einen Flächenraum von 12 870 m². In ihr kann man täglich 25 000 kg Temperguß herstellen, die Sandaufbereitung ist für eine Leistung von 40 000 kg/h gebaut. An Schmelzeinrichtungen sind vorhanden vier Kuppelöfen, zwei Birnen, zwei Flammöfen und ein Héroult-Elektroofen. Ferner sind in Gebrauch 28 Formmaschinen und sechs Kerntrockenöfen. Der Förderung dienen 295 m Band- und 910 m Rollenförderer, außerdem 97 m Hängebahn mit Führerlaufkatze, 310 m Hängebahn mit Handbetrieb, drei Velozipedkrane und acht Laufkrane für je 5 t Nutzlast. Zur Durchführung des Temperns sind sieben Temperöfen mit je 27 000 kg, insgesamt also 189 000 kg Fassung aufgestellt. Die Putzerei ist ausgestattet mit zwölf Schleifmaschinen, zwei Sandstrahl-Drehtischen, zwei Sandstrahlputztrommeln, vier Putzfässern, vier Balancierpressen. Der ganze Tempergießereibetrieb erfordert 1100 PS an Kraftleistung.

Die bauliche Anordnung ist, ähnlich der für die Graugießerei gewählten, dreistöckig. Die Ausstattung mit den verschiedensten Arten von Schmelzöfen wurde in der Absicht so vielseitig gewählt, damit man in der Lage ist, nach dem Duplex- oder Triplexverfahren alle gewünschten Eisenlegierungen herzustellen, vom Temperguß bis zu den verschiedensten Stahllegierungen mit wechselndem Kohlenstoffgehalt. Die verschiedenen Öfen sollen aber nicht nur Raffinierzwecken dienen, sondern vielmehr noch zum Ausgleich der Schmelzleistung der Kuppelöfen, die zwar sparsam aber nicht ganz gleichmäßig arbeiten.

Sämtliche Öfen sind kippbar eingerichtet und stehen auf demselben Stockwerk wie die Formeinrichtungen. Vermöge der reichlich bemessenen Fördereinrichtungen kann man sie beim Schmelzbetrieb miteinander zusammenarbeiten lassen. Zur Zeit wird Schwarzkern-Temperguß hergestellt. Das Metall wird in den Kuppelöfen niedergeschmolzen und im Flammofen raffiniert.

Die Formen werden auf sieben Fließstrecken mittels 14 Formmaschinenpaaren hergestellt und auf den Rollenförderern vergossen. Sie gelangen nach dem Abgießen über eine Kühlstrecke zu den Entleerungsrosten, während die leeren Kästen über einen Mittelstrang wieder zu den Formmaschinen rollen. An jeder Strecke stellen drei Mann in 8 h 400 Formen her. Im allgemeinen vollzieht sich der Form- und Gießbetrieb wie in der Graugießerei.

Fast die Hälfte des Erdgeschosses nehmen die sieben Temperöfen mit Kohlenstaubfeuerung nebst Putzerei, Gußprüfung sowie Kleiderablage und Waschraum ein. Die Temperöfen haben ausfahrbare Herde, die mittels je einer an beiden Stirnseiten der Öfen entlang laufenden Schiebebühne bequem hin- und herbewegt werden können.

Ähnlich wie die beiden beschriebenen Anlagen ist auch die B r o n z e - und A l u m i n i u m g i e ß e r e i,

Abb. 6
Tempergießerei.

a Behälter für Rohstoffe: Sand, Koks, Roheisen usw.
b Sandtrockner
c Gruppe von vier Kuppelöfen
d Behälter für Satzkoks
e Birnengebläse
f Bühne für die Bedienung der Birnen
g Birnen
h Lastenaufzüge
i Flammöfen zum Raffinieren des Roheisens
k Kohlenstaubbehälter für den Flammofenbetrieb
l Kernsandaufbereitung
m Formsandbehälter
n Kernsandbehälter
o Fließstrecken zum Formen und Gießen
p Roste für die Formkastenentleerung
q Formmaschinen mit zugehörigen Sandbehältern
r Formsandaufbereitungen
s Formsandförderer
t Temperöfen
u Kohlenstaubbehälter für den Temperofenbetrieb
v Drehtisch-Sandstrahlgebläse
w Schleifmaschinen
x Putztrommeln
y Eisenerzbehälter
z Beschickbühne für die Temperöfen
a_1 Entleerungsrost für die Tempertöpfe
b_1 Sandstrahl-Gebläsetrommeln
c_1 Staubabsauger
d_1 Glühöfen
e_1 Richtpressen
f_1 Kleiderablage und Waschräume
g_1 Altsandbehälter
h_1 mit Rosten überdeckte Abfallgruben
i_1 Elektroofen

Abb. 1, mehrstöckig gebaut. Hier werden täglich 20 000 kg Aluminium- und 10 000 kg Bronzeguß erzeugt.

In der Aluminiumgießerei befinden sich sechs Fließstrecken für Sandguß, 20 Stellen für Kokillenguß und mehrere Arbeitsplätze für Handformer. Die Bronzegießerei verfügt über drei doppelte Fließstrecken; an jeder von ihnen arbeiten je sechs Formmaschinen, außerdem sind noch mehrere Handformerplätze vorhanden. Die Metalllager befinden sich unmittelbar über den Öfen, damit Verluste durch Hin- und Herfördern möglichst vermieden werden.

Die beiden Sandaufbereitungen für die Aluminiumgießerei liefern 20 000 kg/h Sand. Dieselbe Leistung haben die beiden Anlagen in der Bronzegießerei.

Zwei Fließstrecken in der Aluminiumgießerei dienen zum Herstellen der Deckel und zwei dem der Böden für die Getriebekästen. Von diesen verwickelten Stücken stellen 8 Former in 8 h 250 in 3- und 4teiligen Formen her.

In einem an diese Gießereien anschließenden Bau befindet sich eine mechanische Werkstatt nebst Schlosserei für die Vorbereitungs- und Ausbesserarbeiten der einzelnen Betriebe. [B 1110]

Zur Entstehung des Gußgefüges

Berichtigung

falsch richtig

Abb. 20. Böschungsfigur über einem Winkelquerschnitt.

Herr Dr. F. Heerwagen, Mannheim, hatte die Freundlichkeit, uns darauf hinzuweisen, daß Abb. 20 in unsrer in Z. Bd. 71 (1927) S. 1357 veröffentlichten Arbeit versehentlich falsch gezeichnet worden ist. Die richtige Böschungsfigur über einem Winkelquerschnitt ist hier der falschen Abbildung gegenübergestellt. Ebenso wie früher gezeichnet laufen die Gefällinien in der einspringenden Ecke zusammen, während beim Guß infolge der Wärmestauung die Wärmestromlinien sich auf die Umgebung der Ecke verteilen. Desgleichen ist der Grat der Erstarrungsfigur gegenüber der Böschungsfigur näher zur einspringenden Ecke gerückt, jedoch fällt die scharfe Ecke in der Böschungsfigur fort, wodurch diese dem Gußgefüge ähnlicher wird. Die kennzeichnenden Unterschiede bleiben also in gemilderter Form bestehen. [M 1384]

Berlin-Dahlem Frhr. v. Göler und G. Sachs

Gerät zur Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen

Von Prof. Dr.-Ing. Sachsenberg, Dr.-Ing. Osenberg und cand ing. Gruner, Dresden

Theoretische Grundlagen — Elektrische Schaltung und Anordnung.

In einem früheren Aufsatz[1]) haben die Verfasser ein neues, im Institut für Werkzeugmaschinen-Untersuchungen und Fertigungsverfahren an der Technischen Hochschule zu Dresden entwickeltes Verfahren beschrieben, das trägheitsfreie Messungen an Maschinen sowie Feststellung von Lageveränderungen kleinster Art gestattet. Im folgenden werden nun die theoretischen Grundlagen des Verfahrens und die elektrische Schaltung und Anordnung des Meßgerätes erläutert.

Theoretische Grundlagen

Die Eigenfrequenz f eines elektrischen Schwingungskreises ist durch seine Kapazität C und seine Induktivität L bestimmt; sie ergibt sich aus der Thomsonschen Formel

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1).$$

Wenn man also die Kapazität oder die Induktivität oder beide ändert, so ändert sich die Eigenfrequenz entsprechend.

Die Induktivität kann man ändern, indem man die Windungszahl der Induktionspule oder die räumliche Lage der Windungen zueinander oder den Kraftlinienfluß verändert, letzteres z. B., indem man einen Eisenkern in oder an die Spule bringt.

Will man sehr kleine Bewegungsvorgänge in Änderungen der Frequenz elektrischer Schwingungskreise umsetzen, so ändert man vorteilhaft die Kapazität eines Kondensators. In der einfachsten Form besteht ein Kondensator aus zwei durch ein Dielektrikum, z. B. Luft, getrennten Metallplatten; seine Kapazität C ergibt sich aus der Formel

$$C = \frac{\varepsilon F}{4\pi\delta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2);$$

darin ist ε die Verschiebbarkeit (Dielektrizitätskonstante),
F der Flächeninhalt der Projektion der einen Platte auf die andere, und
δ der Abstand der Platten.

Um die Eigenfrequenz eines diesen Kondensator enthaltenden Schwingungskreises zu ändern, braucht man also, wenn das Dielektrikum gleichbleibt, nur die Größe der Überdeckung der beiden Platten oder ihren Abstand zu verändern. Will man die Durchbiegung eines Drehstahles in Frequenzänderungen umwandeln, so befestigt man die eine Kondensatorplatte auf dem Drehstahl, die andere am Werkzeugschlitten. Wenn sich der Drehstahl durchbiegt, nähern oder entfernen sich die Kondensatorplatten, wodurch sich die Kapazität und entsprechend die Frequenz der elektrischen Schwingungen ändert.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1609.

Abb. 1
Schaltung des Gerätes bei der Messung der Durchbiegung eines Drehstahles.

a Werkstück
b Drehstahl
c Werkzeugschlitten
d Aufnahmekondensator
e umlaufender Prüfkondensator
f Abstimmspule } des Anodenkreises
g Abstimmkondensator } des Anodenkreises
h Abstimmspule } des Gitterkreises
i Abstimmkondensator } des Gitterkreises
k Gitterkondensator
l Gitterableitewiderstand
m Elektronenröhre
n Heizbatterie
o Anodenbatterie
p Elektromagnet
q Blende
r umlaufende und gleichzeitig axial verschobene Trommel mit lichtempfindlichem Papier
s Bogenlampe

Das Meßgerät, das diese Frequenzänderung aufzeichnet, besteht aus zwei Hauptteilen: der Schreibvorrichtung und einer Anordnung elektrischer Schwingungskreise.

Die elektrische Anordnung

Das Schaltbild, Abb. 1, zeigt, daß die Schwingungserregung in ihrem Aufbau dem Schwingaudion ähnelt. Gitterkreis und Anodenkreis der Elektronenröhre sind abstimmbar; der Anodenkreis ist außerdem induktiv auf den Gitterkreis rückgekoppelt.

Die Röhre erzeugt Hochfrequenzschwingungen, sobald die Eigenfrequenz des Gitterkreises mit der des Anodenkreises übereinstimmt. Wenn die durch die Anodenabstimmung einstellbare Frequenz des Gitterkreises erreicht ist, setzt plötzlich die Schwingungserzeugung ein; infolgedessen fällt der Anodengleichstrom auf mehr als ⅕ der Ruhestromstärke ab.

Die Schwingungen hören aber beim Überschreiten der Resonanzstellung nicht sofort wieder auf, sondern bleiben auch bei einer gewissen Verschiedenheit der Eigenfrequenz der beiden Abstimmkreise noch bestehen; ein Kurzschlußkontakt gestattet, die Schwingungen im richtigen Augenblick wieder zu löschen. Trägt man die Anodenstromstärke und die Eigenfrequenzen der beiden Abstimmkreise über der Drehung des Abstimmkondensators des Gitterkreises auf, so ergibt sich schematisch der Stromverlauf nach Abb. 2. Die Pfeile geben an, daß der Verlauf des Anodenstromes vom Drehsinn des Kondensators abhängt.

Aus Abb. 3 erkennt man, daß man nur die Frequenzen f_1, f_2, f_3 usw. aufzuzeichnen braucht, um den Verlauf der Frequenz, und damit die Kurve der Bewegung des Meßgegenstandes festzulegen.

Die Frequenzen f_1, f_2 usw. werden mittels eines kleinen Prüfkondensators aufgezeichnet, der parallel zum

Abb. 2
Abhängigkeit des Anodenstromes vom Verhältnis der Eigenfrequenz des Anodenkreises zu der des Gitterkreises. Die Pfeile geben an, daß der Verlauf des Anodenstromes vom Drehsinn des Kondensators abhängt.

J_a Anodenstromstärke f_a Eigenfrequenz des Anodenkreises
f_g Eigenfrequenz des Gitterkreises a Drehung des Gitterkreiskondensators

Abb. 3
Frequenzverlauf im Gitterkreis.

Gitterkreis geschaltet ist und umläuft; seine Kapazität nimmt von einem Höchstwert stetig bis zu einem Mindestwert ab und springt dann wieder auf den Höchstwert. Sie addiert sich zu der Kapazität des Abstimmkondensators, so daß die Frequenz des Gitterkreises in regelmäßiger Wiederholung einen bestimmten Bereich überstreicht, indem die Frequenz um einen bestimmten Betrag stetig steigt und sprunghaft fällt. Man kann den Schwingungskreis so abstimmen, daß man bei jeder Umdrehung des Prüfkondensators einmal Resonanz erreicht. Ist der Aufnahmekondensator in Ruhe, so entsteht Resonanz stets bei derselben Drehstellung des Prüfkondensators. Wenn sich aber die Kapazität des Aufnahmekondensators ändert, tritt der Abfall des Anodenstromes bei einem größeren oder kleineren Verdrehungswinkel des Prüfkondensators ein. Die Größe des Verdrehungswinkels ist also ein Maß für die Frequenzen f_1, f_2 usw.

Die Drehstellungen des Prüfkondensators werden mittels einer elektromagnetisch betätigten Blende aufgezeichnet, die bei niedriger Anodenstromstärke geschlossen, bei der Ruhestromstärke offen ist und Licht von einer Bogenlampe auf eine mit lichtempfindlichem Papier bespannte Trommel fallen läßt; die Trommel läuft mit derselben Drehzahl wie der Prüfkondensator und wird bei jeder Umdrehung um ein kleines Stück axial verschoben.

Abb. 4 Abhängigkeit der Kapazität vom Plattenabstand bei gleichbleibender Kondensatorfläche und Verschiebbarkeit (Dielektrizitätskonstante).

Der Aufnahmekondensator

Ein Kondensator aus zwei parallelen Platten mit veränderlicher Entfernung δ kann auf eine beliebige Kapazität eingestellt werden.

Zeichnet man die Kapazität eines Kondensators mit $F = 72\ \text{cm}^2$ und $\varepsilon = 1$ abhängig von der Plattenentfernung auf, so ergibt sich eine gleichseitige Hyperbel, Abb. 4. Man erkennt an der Hyperbel I, daß die Vergrößerung des Plattenabstandes von 0,0400 mm auf 0,0406 mm genügt, die Kapazität des Prüfkondensators, die 20 cm beträgt, voll auszunutzen. Das Meßgerät ist bei diesem kleinen Plattenabstand so empfindlich, daß 10 mm Ordinatenhöhe der Aufzeichnung, wenn man die Hyperbel für den kleinen Bereich als geradlinig ansieht, einer Vergrößerung des Abstandes um 0,05 μ entspricht.

Bei einer Veränderung des Plattenabstandes von 1,40 auf 2,75 mm entsprechen je 10 mm Ordinatenhöhe 0,113 mm Abstand. Hierbei tritt aber die Krümmung der Hyperbel schon sehr deutlich hervor.

Für jeden beliebigen Abstandbereich u in cm kann man den Anfangsabstand δ der Kondensatorplatten bestimmen aus der Gleichung

$$\delta = -\frac{u}{2} + \sqrt{\frac{a\,u}{C_p} + \frac{u^2}{4}}\ \text{cm} \quad \ldots\ldots\ (3);$$

daraus ergibt sich

$$u = \frac{C_p\,\delta^2}{a - C_p\,\delta}\ \text{cm} \quad \ldots\ldots\ (4).$$

C_p bedeutet die Kapazität des Prüfkondensators in cm,

$$a = \frac{\varepsilon\,F}{4\,\pi}\ \text{cm}^2 \text{ die Unveränderliche.}$$

Für $a = C_p\,\delta$ wird $u = \infty$, d. h. bei 20 cm Kapazität des Prüfkondensators, $F = 72\ \text{cm}^2$, $\varepsilon = 1$ und einem Anfangsabstand der Platten von $\delta = \frac{a}{C_p} = 0{,}285$ cm müßte Abstandvergrößerung ∞ sein, wenn man den Prüfber voll ausnutzen wollte.

Für die Auswertung der Schaubilder ist es von teil, in einem möglichst geradlinigen Teil der Hype zu arbeiten. Bezeichnet man mit u' den Abstandbere den man erhalten würde, wenn die Kurve in Richtung zu δ_a gehörenden Tangente verliefe, so wird das hältnis $\frac{u}{u'}$ mit wachsendem δ größer; es liefert ein für die Abweichung von einem geradlinigen Verhäl zwischen C und δ. Nimmt man als Grenze dieser weichung $\frac{u}{u'} = v$ an, so ergibt sich:

$$\frac{C_p\,\delta^2}{a - C_p\,\delta} = v\,\frac{C_p\,\delta^2}{a} \quad \ldots\ldots$$

Dann findet sich für den Grenzbereich

$$u_g = \frac{a\,(v-1)^2}{v\,C_p}\ \text{cm} \quad \ldots\ldots$$

Für einwandfreie Messungen kann man also je Aufnahmekondensator nur bis zu einem bestimmten standbereich u_g benutzen. Da man aus Gründen leic Befestigung und geringer Trägheit mit möglichst klei Kondensatoren, also mit kleinem a, auszukommen sucht, ergibt sich für jeden Bewegungsbereich eine g stigste Größe der Kondensatorplatten.

Dr. Lohaus, Berlin, hat auf einige Stellen im Sch tum[2]) hingewiesen, in denen das Meßverfahren sc früher angegeben zu sein schien. Whiddington Dowling haben beim Messen von Abstandänderung Durchbiegungen usw. ebenfalls mit Kondensatoren Elektronenröhren gearbeitet. Das vorstehend besch bene Verfahren weist diesem gegenüber jedoch grunds liche Unterschiede auf.

Whiddington ändert durch den verschiedenen stand der Kondensatorplatten die Höhe eines Ü lagerungstones. Mit Hilfe eines Drehkondensators w die ursprüngliche Tonhöhe wiederhergestellt; an Skala des Drehkondensators kann man die Abstand änderung ablesen. Mit diesem Verfahren lassen s Werkstattmessungen kaum durchführen.

Dowling benutzt die Erscheinung, daß mit der F quenzänderung eine Änderung des Anodengleichstro der Röhre vor sich geht. Er vermeidet dabei mit Abs das Gebiet der Unstetigkeit der Schwingungserzeugu wo die Schwingungen plötzlich ein- und aussetz und betont, der Widerstand der Kopplungsspulen dü nicht zu klein sein. Trägt man die zur Kapazitäts änderung gehörende Änderung des Anodengleichstro in ein Schaubild ein, so ergeben sich Kurven, die in ei bestimmten Bereich geradlinig sind; nach der Ablesu an einem Galvanometer kann man die Abstandveränder gen der Kondensatorplatten aus den Eichkurven best men. Ein Nachteil dieser einfachen Anordnung ist, der Charakter der Kurven je nach der Stellung und d Widerstand der Spulen, aber auch je nach der Spannu der Anodenbatterie, der Heizbatterie und der Höhe Gittervorspannung geändert wird, daß also jede Eichu nur für kurze Zeit Geltung hat. Dowling gibt desh den Rat, möglichst leistungsfähige Batterien zu benut und die Stärke der Ströme so niedrig zu halten möglich. Diese Schwierigkeiten fallen bei dem von angegebenen Gerät weg, weil es mit der unveränderlich Eichkurve des umlaufenden Kondensators arbeitet. W rend man außerdem bei dem Verfahren von Dowli durch die Eigenschaften der Röhre an eine bestimmte pazitätsänderung von nur wenigen Zentimetern geb den ist, haben wir die Freiheit, diese Größe je nach d Zweck zu wählen. [B 1035]

[2]) Whiddington, The ultramicrometer, Phil. Mag. Bd. 40 (1 S. 634; Dowling, The recording ultramicrometer, „Engineering“ Bd. (1921) S. 395 u. Phil. Mag. Bd. 46 (1923) S. 81; Dowling, Observation plant-growth with the recording ultramicrometer, „Nature“ Bd. 107 (1 S. 523; Sucksmith, The application of the ultramicrometer to measurement of small increments of temperature, Phil. Mag. Bd. 43 (1 S. 223; Pflüger, Methode zur Messung kleiner Winkeländerung Physikal. Zeitschr. Bd. 22 (1921) S. 73.

Internationaler Quellennachweis für wissenschaftlich-technisches Schrifttum

Von Dipl.-Ing. W. Janički, Zürich

Die einheitliche Gestaltung des Nachweises wissenschaftlich-technischen Schrifttums ist für Ingenieurausbildung, Forschung und industrielle Auswertung ungemein dringlich. Notwendig ist es, nationale und zwischenstaatliche Quellenvermittlungsstellen zu schaffen. Kritik der auf diesem Gebiete der geistigen Gemeinschaftsarbeit bereits bestehenden Einrichtungen. Die Unzulänglichkeiten des gegenwärtigen Standes des technischen Schrifttumnachweises. Allgemeine Richtlinien zur Verbesserung des internationalen Quellenvermittlungsdienstes.

An jeden, der sich auf irgendeinem Gebiete des menschlichen Wissens geistig produktiv betätigt, ist sicherlich schon wiederholt die Frage herangetreten: Wie verschaffe ich mir die erforderlichen Unterlagen für meine Arbeiten? Wo suche ich und wie finde ich die Literaturangaben und Veröffentlichungen, die ich brauche?

Verlustquellen

Die Zeiten sind längst und unwiederbringlich vorbei, wo man bei allen Untersuchungen auf eigene Faust vorgehen und lustig darauf los experimentieren konnte, unbekümmert um das, was der andre treibt. Es liegt im Gange der Entwicklung und in der Natur der Dinge begründet, daß es gegenwärtig tatsächlich für jedermann unmöglich geworden ist, eine wissenschaftliche, technische oder betriebswirtschaftliche Arbeit — ganz gleichgültig welcher Art — in Angriff zu nehmen, ohne sich vorher auf das sorgfältigste und genaueste darüber unterrichtet zu haben, was auf dem in Frage stehenden Gebiet über den einschlägigen Gegenstand schon im Druck erschienen ist. Nur dadurch entgeht man der Gefahr, einerseits der Unwissenheit und Oberflächlichkeit, wenn nicht gar des Plagiates geziehen zu werden, anderseits kostspielige Versuche, umfangreiche Berechnungen und zeitraubende Studien auszuführen, deren Ergebnisse schon irgendwo veröffentlicht worden sind. Heutzutage, im Zeitalter der weitestgehenden Arbeitsteilung, im Zeichen der Rationalisierung der Betriebe und Bekämpfung der industriellen Verlustquellen, muß alles vermieden werden, was irgendwie nach Doppelspurigkeit und Kraftvergeudung aussieht, mag es sich um volkswirtschaftliche Erzeugungsvorgänge oder um rein wissenschaftlich-technische Forschungsarbeiten handeln.

Wer selbst schon verwickelte Versuchsanordnungen aufzubauen, umfangreiche Versuchsreihen aufzunehmen und auszuwerten oder neue Berechnungsverfahren zusammenzustellen und Arbeitspläne zu entwerfen hatte, kann ein Lied davon singen, welcher Aufwand an Zeit und Kraft getrieben und wieviel Geld dadurch verschwendet wird, daß infolge mangelhafter Ausnutzung des vorhandenen Schrifttums unrationelle Arbeitsverfahren zur Anwendung gelangen. Durch Vermeiden nutzloser Wiederholung von Versuchen, die ein Fehlergebnis gezeigt und zu keinen, in erkenntnistheoretischer Richtung bemerkenswerten Fortschritten geführt haben, und durch Verwertung der Ergebnisse fruchtbarer Versuche zum Ausbau und zur Weiterförderung der eigenen Forschungen kann viel Zeit und Geld für nützlichere Aufgaben erübrigt werden. Dies alles wird durch eine zweckmäßige Auswertung des bestehenden und im Erscheinen begriffenen Schrifttums ermöglicht.

Steigende Papierflut

Nun darf man allerdings ruhig behaupten, daß die geistige Produktion auf dem Gebiete des wissenschaftlich-technischen Schrifttums gegenwärtig ihren Höhepunkt entweder schon erreicht hat oder sich ihm mit Riesenschritten nähert; sie hat — sowohl was Originalbeiträge als auch zusammenfassende Darstellungen und Berichte anbetrifft — in den letzten Jahrzehnten einen so gewaltigen Umfang angenommen, daß es für den einzelnen außerordentlich mühsam und umständlich, ja in vielen Fällen sogar unmöglich geworden ist, sich aus eigener Kraft alle Quellenangaben zusammenzusuchen, die ihm als Grundlage zum Aufbau, zum Vergleich und zur kritischen Beurteilung seiner eigenen Arbeiten dienen können.

Von der ungeheuren Fülle des auf dem Gebiete des technischen Schrifttums dargebotenen Stoffes kann man sich eine schwache Vorstellung machen, wenn man erfährt, daß allein rd. **25 000** Fachzeitschriften auf der ganzen Welt erscheinen, die der Technik dienen: eine überwältigend große Zahl, die uns einen kennzeichnenden Eindruck von der überragenden Bedeutung der Industrie und der Ingenieurwissenschaften im modernen Wirtschaftsleben vermittelt. Dazu kommt noch eine beträchtliche Zahl andrer, in regelmäßigen Zeitabständen erscheinender Veröffentlichungen, wie Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berichte über Versuche und Studien, die an Staatsanstalten und Hochschullaboratorien ausgeführt werden, Verhandlungen wissenschaftlicher Gesellschaften, technischer Verbände usw., Hauszeitschriften führender Industriefirmen, sowie hunderte von Fachorganen, die den exakten Naturwissenschaften (Chemie, Physik, Mathematik, Astronomie) und verwandten Grenzgebieten der technischen Disziplinen gewidmet sind.

Nun muß allerdings hervorgehoben werden, daß diese vielen Tausende von Fachorganen bei weitem nicht alle einander gleichwertig sind, und auch hier gilt es, die Spreu fein säuberlich vom Weizen zu scheiden. Aber auch nach Ausmerzung der literarisch und technisch minderwertigen laufenden Veröffentlichungen verbleiben immer noch so viele vorzügliche und gute Zeitschriften und andre periodisch erscheinende Erzeugnisse der Buchdruckerkunst, daß es die Kräfte eines einzelnen — oder sogar einer ganzen Gruppe von Personen — bei weitem übersteigt, diesen Blätterwald in zweckentsprechender Weise voll auszunutzen.

Ein grelles Schlaglicht auf die bestehenden Verhältnisse wirft eine Äußerung, die kürzlich ein hervorragender, an einer deutschen technischen Hochschule wirkender Gelehrter an den Herausgeber einer der bedeutendsten Ingenieurzeitschriften der Welt gerichtet hat und die dahin lautete, daß er nur dank einem glücklichen Zufall auf eine wichtige, in einer Forschungsarbeit niedergelegte Versuchsanordnung aufmerksam geworden sei, deren er für seine Untersuchungen bedurfte und die er hinter dem Titel der betreffenden Veröffentlichungen niemals vermutet hätte. Durch eine Verkettung günstiger Umstände sei ihm auf diese Weise viel Arbeit, Zeit und Geld erspart worden und er bedaure nur, daß man oft nicht wisse, was für Schätze und Fundgruben in einzelnen Druckschriften verborgen seien und wie man sie heben könne, zum Nutzen und Frommen der arbeitenden Menschheit!

Und ein englischer Bischof hat sogar kürzlich in einer in der „British Association for the Advancement of Sciene" gehaltenen Rede die Ansicht vertreten, daß der rasch steigenden Flut von neuen Theorien, Hypothesen, Systemen und Erfindungen selbst hochbegabte und außerordentlich gut gebildete Menschen nicht mehr schnell genug zu folgen vermögen; er unterbreitete der genannten Versammlung den originellen Vorschlag zur Erörterung, es möchten die Männer der Wissenschaft und der Technik in allen Staaten eine etwa zehnjährige Atempause eintreten lassen, während der nichts Wissenschaftliches veröffentlicht werden sollte, um so die steigende Papierflut künstlich einzudämmen und sich auf diese Weise des gegenwärtig herrschenden Überflusses an wissenschaftlich-technischem Schrifttum zu erwehren, in dem sich zurechtzufinden heutzutage schon so schwer sei.

So sehen wir, daß während auf der einen Seite der Ingenieur und der Gelehrte kaum einen Damm gegen die papierne Flut aufzurichten vermögen, die aus allen Rich-

tungen auf sie eindringt und sich über sie ergießt, sie anderseits mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, um sich die nötigen Quellennachweise, Literaturangaben und Unterlagen zu verschaffen, deren sie für ihre Arbeiten bedürfen, und daß auf diese Weise gar manches ihnen entgeht, was für sie von großem Nutzen sein könnte. Zwischen der Scylla der ungeheuren Fülle, des unendlichen Reichtums technisch-wissenschaftlichen Schrifttums und der Charybdis der Dürftigkeit des gegenwärtig bestehenden Literaturnachweisdienstes, der Kargheit der dem einzelnen zum Auswerten des Schrifttums verfügbaren Hilfsmittel treibt das Schifflein des Technikers und Forschers, sich selbst überlassen, dahin; und unwillkürlich hält man Umschau nach dem Lotsenkutter, dessen kundiger Führer das Fahrzeug heil und unversehrt in den sicheren Hafen hindurchsteuert.

Quellennachweis

Dem schöpferich tätigen Ingenieur und Forscher kann es nun zur Beruhigung dienen, daß ein solches Werkzeug, eine solche Organisation und Einrichtung, die die Rolle eines Lotsenkutters in der wissenschaftlich-technischen Literatur übernehmen soll, geschaffen werden kann und wahrscheinlich auch kraft der Verhältnisse in absehbarer Zeit geschaffen werden wird. Das wirkungsvollste Hilfsmittel, das man heutzutage dem wissenschaftlich tätigen Forschungsingenieur, dem Konstrukteur, dem Prüffeld-, Verkaufs-, Entwurfs-, Betriebs- und Berechnungsingenieur — dem Wissenschaftler und dem Techniker — zur Verfügung stellen kann, damit er sich auf dem raschesten und kürzesten Wege einen Einblick in das Fachschrifttum über einen für ihn gerade wichtigen Gegenstand zu verschaffen vermag, besteht in einem *einheitlich gestalteten, tadellos arbeitenden, national und international organisierten Nachweisdienst für technisch-wissenschaftliche Literatur.*

Ein solcher zwischenstaatlicher Quellennachweis auf dem Gebiete der Technik besteht zur Stunde leider noch nicht. Dagegen sind gegenwärtig Bestrebungen im Gange, ihn vorerst auf nationaler[1]) und dann auf überstaatlicher Grundlage zu schaffen, wobei der Verein deutscher Ingenieure als einer der bedeutendsten technischen Verbände beabsichtigt, zur Tat zu schreiten und sich zunächst durch eine großzügig angelegte Umfrage die für die Durchführung der vorbereitenden Arbeiten erforderlichen Unterlagen zu verschaffen. Es ist ganz klar, daß alle auf die Einrichtung einer so umfassenden Organisation abzielenden Pläne erst langsam heranreifen müssen, bevor an ihre Verwirklichung herangetreten werden kann, da ihre Ausführung mit großen Schwierigkeiten und *geldlichen* Opfern verknüpft ist und große Geduld und Ausdauer erfordert, um zu einem gedeihlichen Abschluß gebracht zu werden. Umsomehr verdienen alle in dieser Richtung unternommenen Bemühungen die vorbehaltlose Anerkennung und Unterstützung aller daran beteiligten Kreise und sind umso höher zu bewerten, als ihre Verfolgung große Anforderungen an die Opferwilligkeit und Tatkraft der sich damit befassenden Persönlichkeiten stellt. Doch ist zuversichtlich zu hoffen, daß es in den nächsten Jahren gelingen wird, den uns vorschwebenden nationalen und internationalen Quellennachweisdienst auf der im folgenden geschilderten Grundlage aufzubauen.

Bestehende Einrichtungen

Immerhin bestehen heute schon mehrere verheißungsvolle Ansätze auf dem Gebiete des wissenschaftlich-technischen Schrifttumnachweises und einiges Ersprießliche ist schon auf diesem Arbeitsfeld geleistet worden. In Anlehnung an die bereits über diesen Gegenstand erschienenen ausführlichen Arbeiten[2]) sei daher eine gedrängte Übersicht und kritische Würdigung der gegenwärtig bestehenden Literaturnachweisstellen öffentlichen und privaten Charakters gegeben. Im Anschluß daran sind mehrere leicht zu verwirklichende Anregungen gemacht und allgemeine Richtlinien zur Verbesserung und Vervollkommnung des internationalen Quellennachweises aufgestellt.

Die gegenwärtig vorhandenen Schrifttum-Nachweisämter lassen sich in folgende Gruppen einteilen: Auskunft- und Beratungsstellen, technische und wissenschaftliche Verbände, Forschungsstätten (staatlicher und privater Art), industrielle Großbetriebe mit eigenem Literaturnachweis, Verkehrsunternehmungen und Staatsverwaltungen, hauptsächlich Eisenbahn- und Postverwaltungen[3]). Solche technisch-literarischen Beratungsstellen und Schrifttum-Nachweisämter bestehen heutzutage in den meisten Kulturländern, aber es fehlt zwischen ihnen eine ausgeprägte, systematisch aufgebaute Zusammenarbeit, indem jeder einzelne Großbetrieb, jede einzelne Körperschaft, jedes Unternehmen auf eigene Faust vorgeht und schafft. Es fehlt auf technischem Gebiet in jedem Lande eine nationale wie auch eine überstaatliche Einrichtung, die alle Bestrebungen zu einem lückenlosen bibliographischen Nachweisorganismus zusammenfassen würde und damit die Mängel beseitigte, die jedem privaten oder öffentlichen Unternehmen infolge der Beschränkung der ihm zur Verfügung stehenden Mittel notgedrungenermaßen anhaften müssen.

Die einzige bis jetzt bestehende Einrichtung dieser Art auf internationaler Grundlage ist die *bibliographische Anstalt in Brüssel*, die im Jahre 1895 gegründet wurde und in den Räumen des Weltpalastes (Palais Mondial) mehr als 12 Mill. Literaturkarten beherbergt. Leider dient dieses Institut zum größten Teile rein wissenschaftlichen Zwecken und enthält verhältnismäßig wenig Schrifttumnachweise für technische Fächer, so daß es nur von geringem Werte für die Industrie ist und dementsprechend wenig benutzt wird. Anfänglich verfolgte das internationale bibliographische Institut in Brüssel mit seinen Arbeiten allerdings das Ziel, ein Weltzentrum des Schrifttumnachweises zu schaffen, das alle Wissenszweige des menschlichen Geistes umfassen sollte. Als es sich aber dem ungeheuren Tätigkeitsfeld gegenübergestellt sah, war es gezwungen, so weiterzuarbeiten, daß Teilgebiete ausgewählt und z. T. andern Stellen übertragen wurden, mit denen man nachher im Austauschverkehr wieder zusammenarbeiten konnte.

Arbeitsteilung

Von nun an muß der technische Schrifttumnachweis sich nach den Gesichtspunkten der Sondergebiete organisieren und eine notwendige Arbeitsteilung eintreten lassen. Der gegenwärtige Stand der Frage des internationalen Literaturnachweises ist als ungenügend und unbefriedigend zu betrachten, da jede Beschaffung umfangreicherer und wichtigerer Quellenangaben mit vielen Unzulänglichkeiten behaftet und vielen Unzuträglichkeiten verbunden ist. Anregungen zur Verbesserung und Vervollkommnung der bestehenden internationalen und zur Gründung leistungsfähiger zwischenstaatlicher Quellennachweisstellen sind schon von dem französischen Chemiker *Gérard* auf dem Kongreß der technischen Presse in Paris im Oktober 1925 gemacht worden, und zwar in sehr ausführlicher und gut durchdachter Art[4]). Leider sind aber diese Vorschläge zu weittragend, als daß man damit rechnen könnte, daß sie in absehbarer Zeit der Verwirklichung entgegengeführt werden. Vorläufig handelt es sich darum, mit geringen Mitteln und dem kleinstmöglichen Arbeitsaufwand eine gewisse Hebung des gegenwärtigen Standes des internationalen Schrifttum-Nachweisdienstes zu erzielen. Ich schließe daher meine Ausführungen mit einigen Hinweisen darauf, wie den bestehenden Mängeln am einfachsten abgeholfen, sowie eine ersprießliche, planmäßige Zusammenarbeit und fruchtbare Verbindung zwischen den bestehenden Schrifttum-Nachweisstellen erreicht werden könnte.

In erster Linie erweist sich die Mitarbeit einer Organisation als notwendig und zweckmäßig, die in ihrem Schoße technische Fachleute und erfahrene Bibliographen

[1]) Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 38 v. 21. Sept. 1927 S. 9.

[2]) Vergl. Schweiz. Techn. Z. Bd. 23 (1926) S. 843 u. 859, Bd. 24 (1927) S. 167, 183, 509, 524, 658, 675; ferner Z. Bd. 67 (1923) S. 391, Bd. 69 (1925) S. 1969; VDI-Nachrichten Nr. 38 v. 21. Sept. 1927 S. 9. Ausführliche Bibliographie in den zuerst angeführten Arbeiten.

[3]) s. VDI-Nachrichten Nr. 38 v. 21. Sept. 1927 S. 9.

[4]) Vergl. Schweiz. Techn. Z. Bd. 23 (1926) S. 843 u. 859.

vereinigt und sich von den neuzeitlichen Grundsätzen eines zweckmäßig arbeitenden Nachweisdienstes leiten läßt. In Deutschland sind Ansätze dazu schon vorhanden, indem der Deutsche Normenausschuß einen Unterausschuß für technisches Bibliothekwesen, der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine einen Ausschuß für technisches Schrifttum und der Verein deutscher Bibliothekare einen besonderen Ausschuß für technische Büchereien auf dem letzten Bibliothekartag in Dortmund geschaffen hat[5]) und alle drei Ausschüsse ihre Arbeiten schon in Angriff genommen haben. Im weiteren wird zur Zeit eine internationale Konferenz der Chemiker vorbereitet, die zur einheitlichen Gestaltung und Arbeitsteilung auf dem Gebiete des chemischen Schrifttum-Nachweisdienstes führen soll[5a]). Da Ingenieure und Chemiker das ansehnliche Gebiet der in der chemischen Industrie verwendeten Apparate und Maschinen gemeinsam haben, sind diese Pläne für die Welt der Techniker von großer Bedeutung.

Um die notwendigen Zusammenhänge zu wahren, müßten sich in zweiter Linie die Schrifttum-Nachweisstellen der verschiedenen Institutionen, Körperschaften und industriellen Großbetriebe zu nationalen Verbänden zusammenschließen, die in jedem einzelnen Staate eine zentrale Vermittlungsstelle schaffen oder eine bereits bestehende Organisation mit der Aufgabe betrauen würden, als Bindeglied zwischen den einzelnen Landesnachweisämtern zu dienen. Das Zentralamt jedes Landes würde somit mit allen Einrichtungen des betreffenden Staates in Verbindung stehen, die sich mit Quellennachweis befassen, seien es öffentliche oder private Anstalten, Forschungsanstalten, Hochschullaboratorien, industrielle Unternehmungen, Verwaltungen usw.; es wäre somit genau unterrichtet über die einzelnen Arbeitsgebiete, auf denen die in Frage kommenden Nachweisstellen ihre Unterlagen sammeln und einreihen, und wäre daher in der Lage, jede einzelne Anfrage sofort an die richtige Stelle zu leiten und zur sachgemäß richtigen Behandlung und Erledigung zu überweisen. Dabei könnte eine kleine Gebühr zur Bestreitung der damit verbundenen Verwaltungskosten erhoben werden, die zweifellos von den Anfragenden im Hinblick auf die damit verknüpften Vorteile einer raschen und zuverlässigen Bedienung gerne getragen würde.

Endlich könnte an die Schaffung einer internationalen Spitzenorganisation gedacht werden, zu der sich alle nationalen zentralen Quellenvermittlungsstellen zusammenschließen könnten. Diese Spitzenorganisation könnte beispielsweise von dem internationalen Institut für geistige Zusammenarbeit in Paris oder dem bibliographischen Institut in Brüssel mit seiner Zweigstelle in Paris, dem bibliographischen Bureau, übernommen werden. Der internationale Verband für wissenschaftlich-technischen Literaturnachweis würde die moralische Autorität auf diesem Gebiete verkörpern, deren Aufgabe darin bestände, für die fortschreitende Entwicklung des Nachweisdienstes zu sorgen und die zweckmäßigsten Verfahren zu ihrer Vervollkommnung auszuarbeiten, während das internationale bibliographische Institut das ausführende Organ bei der Verwirklichung dieser Pläne wäre und das nationale bibliographische Amt in jedem einzelnen Lande den Angelpunkt der nationalen Vereinigung für Schrifttumnachweis darstellen würde.

Wie man sich auch zu diesen weitumfassenden Plänen der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiete des wissenschaftlich-technischen Quellennachweises stellen und wie man auch die praktischen Schwierigkeiten, denen man beim Versuch ihrer Durchführung zweifellos begegnen wird, bewerten mag, so kann doch nicht geleugnet werden, daß es sich hier um eine Frage von außerordentlicher Tragweite handelt. Es berührt die führenden Männer der Wissenschaft und steht in engster Beziehung zu den alltäglichen Bedürfnissen der Industrie und des Wirtschaftslebens im allgemeinen. Es darf auch hervorgehoben werden, daß es sich hier um eine Aufgabe handelt, die bei ihrer Lösung in hohem Maße dazu beiträgt, alles für die Zukunft aufzubewahren und zu verwerten, was in der Technik an Lebenssaft und Lebenskraft vorhanden ist, unbekümmert um alles Zufällige und Unwesentliche, das auf die Dauer keine Daseinsberechtigung hat und ohnehin dem Untergang geweiht ist.

Um das Nachforschen auf einzelnen, sehr dem Wandel unterworfenen Gebieten der Technik und Wissenschaft zu vereinfachen, dürfte es angebracht sein, für diese Betätigungsfelder und Wissenszweige besondere Bibliographien zu veröffentlichen, die in regelmäßigen Zeitzwischenräumen mit Nachträgen versehen werden müßten, um immer auf dem Laufenden zu bleiben. Ein solches Literaturverzeichnis auf einem Sondergebiet der Elektrotechnik hat z. B. das „American Committee for Inductive Coordination" herausgegeben, das 871 Verweise auf Artikel, Abhandlungen und Studien über Schwachstromstörungen umfaßt, die nach Verfassern alphabetisch geordnet sind und alle notwendigen Angaben über Ort und Datum des Erscheinens, Titel und Umfang der Arbeit enthalten.

Zusammenarbeit

Nur durch das Zusammenarbeiten aller Kreise, die mit den Bedürfnissen des technisch-wissenschaftlichen Schrifttumnachweises wohl vertraut sind, kann eine umfassende internationale Einrichtung für Schrifttumnachweis auf dem Gebiete der Technik in langjährigem, zähem Bemühen geschaffen und ausgebaut werden. Obwohl die dafür notwendigen überstaatlichen Institutionen schon seit geraumer Zeit ins Leben gerufen worden sind und auch über die notwendigen Mittel und das erforderliche Ansehen zu verfügen scheinen, haben sie sich nach dem Empfinden der beteiligten Kreise — wenigstens bis jetzt — nicht mit der Aufmerksamkeit, die die Dringlichkeit des Problems verdient, den Fragen des internationalen technischen Quellennachweisdienstes gewidmet. So erstreckt z. B. das vom Völkerbund geschaffene Institut für geistige Zusammenarbeit seine Tätigkeit viel mehr auf die höheren Gebiete der abstrakten Wissenschaften und befaßt sich nicht genügend — soweit es wenigstens aus den Akten hervorgeht[6]) — mit den Ansprüchen und Wünschen der Industrie und Technik, obschon es offenbar mit den Bedürfnissen und Wünschen der Praxis auch einigermaßen vertraut ist; denn das geht daraus hervor, daß seine Vertreter verschiedenen bibliographischen Versammlungen beigewohnt haben. So haben z. B. Delegierte des Instituts für geistige Zusammenarbeit an der zweiten Konferenz der internationalen Vereinigung der Spezialbibliotheken teilgenommen, die im September 1925 in Oxford stattfand und in der durch Vertreter von Belgien, Holland, England und den Vereinigten Staaten einige wichtige allgemeine Fragen des technischen Schrifttumnachweises besprochen wurden[7]). Aber das internationale bibliographische Institut in Brüssel, fast ermüdet von den ansehnlichen, bereits ausgeführten Arbeiten und befriedigt von den unleugbar bereits erreichten Ergebnissen, paßt sich offenbar nur mühsam an die gebieterisch sich aufdrängenden Bedürfnisse der Technik an und tritt nur langsam an die neuen Aufgaben heran, deren Inangriffnahme in erster Linie auch ein mutiges Werk der Selbstkritik und des Verzichtes auf die den Gründern vorschwebende vollkommene Zusammenfassung des Schrifttumnachweises bedeuten würde.

Nach meiner Ansicht kann sich also die Entwicklung des überstaatlichen wissenschaftlich-technischen Nachweisdienstes nur nach den von Gérard in großen Umrissen angegebenen Richtlinien vollziehen, wenn er in wirklich fruchtbringender Weise die Bedürfnisse der gesamten Technikerschaft befriedigen soll. Daher darf man sich auch aus voller Überzeugung dem an der ersten internationalen Konferenz der technischen Presse in Paris (1. bis 4. Oktober 1925) ausgesprochenen Wunsche nach dem Zusammenwirken aller an der wichtigen Frage des internationalen Schrifttum-Nachweisdienstes beteiligten

[5]) Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 31 (1927) S. 1 und Zentralblatt für Bibliothekwesen Nr. 8/9 (1927) (Dr. Preedeck, Bibliotheken und Technik), sowie VDI-Nachrichten Nr. 48 (1927) S. 3.

[5a]) Eine vorbereitende Sitzung hat bereits anläßlich der Berthelot-Jahrhundertfeier in Paris am 17. Okt. 1927 stattgefunden.

[6]) s. Bulletin mensuel de la Société des Nations, April 1924 S. 77 Juli 1924 S. 132, Juli 1925 S. 197.

[7]) s. „The Engineer" Bd. 140 (1925) S. 354.

Kreise anschließen. Verständnisvoll aufgebaute, zweckmäßig durchgeführte Zusammenarbeit ist die Grundlage des zwischenstaatlichen Nachweisdienstes. Stellt man sich darauf ein, dann wird man auch auf diesem Gebiete der internationalen Tätigkeit schnell vorankommen. [B 1308]

Literaturverzeichnis.

„American Machinist Bd. 52 (1920) S. 553; Bd. 56 (1922) S. 803.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nat. Bd. 119 (1920) S. 921 und 928.

„De Ingenieur" Bd. 39 (1924) S. 464.

„Industrial Managment" Bd. 64 (1922) S. 12, 216, 239; Bd. 65 (1923) S. 297, 351.

„Maschinenbau" Bd. 4 (1925) S. 945.

„Monitore Tecnico" Bd. 25 (1919) S. 3.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 60 (1923) S. 430.

„Organisation" Bd. 25 (1923) S. 378.

Ostwald, Wilh., Die chemische Literatur und die Organisation der Wissenschaft, Leipzig 1919.

Otlet, Paul, Verhandlungen des internationalen Kongresses der technischen Presse in Paris (Oktober 1925) S. 181 u. f. („Cercle de la librairie", Boulevard St. Germain, Paris.)

„Stahl und Eisen" Bd. 43 (1923) S. 1298.

Schweiz. Techn. Zeitschr. Bd. 23 (1926) S. 843 und 857; Bd. 24 (1927) S. 512 und 524.

Techn. Zeitschriftenschau, Sonderausgabe für Betriebswissenschaft Bd. 3 (1922) S. 14.

VDI-Nachrichten 1924 Nr. 25, 1927 Nr. 38.

„Werkstattstechnik" Bd. 17 (1923) S. 48, 84; Bd. 16 (1922) S. 42 und 688.

„Die Werkzeugmaschine" Bd. 24 (1920) S. 507.

Z. d. V. d. I. Bd. 67 (1923) S. 393; Bd. 69 (1925) S. 1517.

Zeitschrift für Handelswissenschaft und Handelspraxis Bd. 20 (1927) S. 283.

Über die Organisation des Schrifttum-Nachweisdienstes in industriellen Großbetrieben:

BBC-Mitteilungen Bd. 5 (1918) S. 9 und S. 244.

„The Engineer" Bd. 140 (1925) S. 324.

„Le Génie Civil" Bd. 73 (1918) S. 417, 437; Bd. 82 (1923) S. 13 und 192.

„Maschinenbau/Betrieb" Bd. 4 (1925) S. 945.

Schweiz. Techn. Zeitschrift (STZ) Bd. 23 (1926) S. 843/857; Bd. 24 (1927) S. 167/183, S. 512/524, S. 658/676.

Z. d. V. d. I. Bd. 67 (1923) S. 393.

Über Dezimalklassifikation insbesondere:

Beinet, E., Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens, Paris 1926.

Breckenridge, L. P., und Goodenough, G. A., An Extension of the Dewey Decimal System of Classification applied to the engineering industries, Illinois 1912.

Dewey, Melvil, Decimal Classification and Relatix Index, 12. Aufl., Adirondaks N. Y. 1927.

Dezimalklassifikation nebst alphabetischem Schlagwortverzeichnis, Bern 1922.

Hanauer, J., Normung und Klassifikation, „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 1109.

Inst. Int. de Bibliographie, La classification décimale, Brüssel und Paris 1921.

Janički, W., Revisionsbedürftigkeit der Dez.-Klassifikation, Schweiz. Techn. Zeitschr. Bd. 24 (1927) S. 167 und 183.

Kommission für Benennungen. Stoffeinteilung der Elektrotechnik (VDE 387), Berlin 1927 (als MS gedruckt).

Schmaltz, G., Die Methoden des Ordnens und ihre Anwendung auf technische Zwecke, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ingenieurwesens, Heft 233, Berlin 1920.

Schneider, G., Handbuch der Bibliographie, S. 144/156, Leipzig 1923.

Kohlenentladung aus Eisenbahnwagen

Von Dr.-Ing. Carl Weicken, Berlin

Da die Kohle mit rd. 42 vH am Gesamtgüterverkehr der Eisenbahn beteiligt ist, ist ihre Entladung aus Eisenbahnwagen nicht nur für die Ausnutzung des Wagenparkes, sondern auch für die Empfänger in industriellen Betrieben und den Häfen wichtig. Um die Grenze der Wirtschaftlichkeit der am häufigsten angewandten Entladearten festzustellen, habe ich Untersuchungen angestellt, deren Ergebnis auszugsweise hier mitgeteilt werden soll[1]).

Zunächst wurden die

Entladearten aus normalen O-Wagen für 20 t

miteinander verglichen, und zwar die Entladung mit der Hand, durch Becherwerk (Heinzelmann-Entlader), Selbstgreifer und Kipper. Außer der Beurteilung der jeder Entladeart eigenen Betriebsverhältnisse sind die Kosten der Entladung, umgerechnet auf 1 t, für verschiedene tägliche Kohlenmengen berechnet worden. Hierdurch ist bei bestimmter täglich zu entladender Kohlenmenge die Feststellung möglich, welche Endladeart unter den bestimmten Betriebsverhältnissen die zweckmäßigste ist.

Während die Entladungsarten durch Heinzelmann-Entlader und Selbstgreifer in der Hauptsache besonderen Zwecken dienen — beim Heinzelmann-Entlader sollen die Kohlen sofort an die Verbrauchstelle geleitet werden, beim Selbstgreifer sollen sie auf einem Lagerplatz verteilt und von ihm wieder aufgegriffen werden —, zeigen die Wirtschaftlichkeitskurven, daß bei der Entladung unmittelbar neben das Gleis durch die neuen, besonders einfachen Aumund-Scherenkipper[2]) die Kipperentladung schon bei täglich rd. 80 t wirtschaftlicher ist als die Handentladung. Hierbei ist noch die Möglichkeit der Leistungssteigerung, die Unabhängigkeit von Arbeitern bei Streiks, Ersparnis an Standgeld und dergl. unberücksichtigt geblieben. Allerdings ist gerade bei der Kipperentladung die Möglichkeit der Leistungsminderung, begründet durch unzweckmäßige Gleisanordnung, durch ungenügende Leistung der Anlage zur Weiterbeförderung und dergl., schon bei diesen Anlagen auszuschalten.

[1]) Der ausführliche Bericht ist als Buch unter dem Titel „Kohlenentladung aus Eisenbahnwagen" zum Preise von 3,50 RM im Beuth-Verlag, Berlin SW 19, zu beziehen. [2]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1204 u. f.

Entladung aus 50 t-Wagen

Diesen Entladearten aus 20 t-O-Wagen stehen gegenüber die Entladung aus 50 t-Kübel- und die aus 50 t-Selbstentladewagen. Die größere Tragfähigkeit hat ihre Vor- und Nachteile, die gegeneinander abgewogen werden müssen.

Grundlage für die Bauart der O-Wagen bildet der Gesichtspunkt der freizügigen allgemeinen Verwendbarkeit, d. h. der Verwendung der Wagen sowohl einzeln als im geschlossenen Zug auf allen Strecken und für alle Güter, die überhaupt offen versandt werden dürfen. Dieser Gesichtspunkt ermöglicht es, den Wagenpark zu vereinheitlichen und die hierdurch möglichen Vorteile einer einfachen, schnellen und billigen Instandsetzung für die Eisenbahn nutzbar zu machen. Großkübel- und Selbstentladewagen müssen, da sie nur für Massenschüttgut geeignet sind und infolge ihres hohen Raddruckes nur auf bestimmten Strecken verkehren können, sowie aus andern Gründen, als Sonderwagen angesprochen werden, deren freizügige Einführung unwirtschaftlich ist. In Pendelzügen entlasten sie jedoch den Verkehr auf der Bahn und sichern dem Verfrachter die notwendige Anzahl Wagen regelmäßig und vollzählig zu. Allerdings sind derartige Pendelverbindungen in Deutschland äußerst selten möglich, abgesehen davon, daß auch andere Bedenken der Einführung der festen Pendelverbindung entgegenstehen, z. B. das Unterbringen so großer Kohlenmengen in Bunkern, Abhängigkeit von einer bestimmten Kohlenbezugsquelle, Ausfall des Zuges bei Betriebstörungen, während bei Pendelzügen aus O-Wagen diese jederzeit anderweitig gebraucht werden können und anderes mehr.

Eine

Gegenüberstellung der verschiedenen durchschnittlichen Entladekosten

ergibt folgendes Bild:

1. Für Entladung aus O-Wagen bei Entladung neben dem Gleis und einer durchschnittlichen täglichen Entlademenge von 200 bis 500 t ergeben die Entladekosten im Mittel:

Mit der Hand	Mit Heinzelmann-entlader	Mit Greifer	Mit Kipper	
13,5	9,5	16	7	₰/t.

2. Bei Entladung von einer Hochbahn bei 1000 t/Tag stellen sich die Entladekosten:

Mit der Hand	Fahrbarer Scherenkipper	Selbstentladewagen	
13,5	6,5	2,1	₰/t.

3. Bei Entladung einer Umschlagmenge von 3000 t/Tag im Hafenbetrieb ergeben sich folgende Werte:

	Kübelwagenentladung	Kipper und Kübelkran	Aufzug-Schwingkipper	Greifer	Elektr.-Kipper
Entladekosten ₰/t	7	8,3	11	13	14,5
Entladezeit bei einer Anlage . h	15	10	10	55	7,5

Bei der Beurteilung der Vergleiche Nr. 2 und 3 ist noch zu beachten, daß die Kosten für die Wagen, die für Selbstentladewagen und Kübelwagen höher als die für O-Wagen sind, unberücksichtigt geblieben sind.

Aus diesen Zusammenstellungen geht eindeutig hervor, daß die Kosten allein nicht maßgebend sein können.

Die hauptsächlichsten Leitsätze für die Auswahl der verschiedenen Entladearten und Wagenbauarten können folgendermaßen kurz zusammengefaßt werden:

I. O-Wagen

1. Allgemeines

Für die Verwendung von O-Wagen sprechen:
- vielseitige Verwendbarkeit für alle Güter, soweit sie unbedeckt versandt werden können, und für sämtliche Betriebsverhältnisse,
- Einheitlichkeit der Wagen, daher
- billigere Herstellung,
- schnellere und billigere Ausbesserung.

Gegen die O-Wagen kann angeführt werden größere Zuglänge für die gleiche Lademenge gegenüber Großgüterwagen.

2. Handentladung

Für die Handentladung spricht:
- Möglichkeit der Schonung hochwertiger Kohle.

Gegen die Handentladung:
- geringe Leistung,
- hohe Entladekosten,
- schlechte Anpassung an plötzliche Leistungssteigerung,
- Abhängigkeit von den Arbeitern,
- Notwendigkeit des Haltens eines größeren Lagers an Kohle, also größere Zinsverluste.

3. Entladung durch Heinzelmann-Entlader

Für den Heinzelmann-Entlader ist anzuführen:
- der Umstand, daß die Kohle auch in hoch- und abgelegene Bunker durch das Becherwerk und anschließende Förderbänder geleitet werden kann,
- geringere Entladekosten gegenüber der Handentladung von durchschnittlich 50 t täglich ab,
- Unabhängigkeit von Arbeitern.

Gegen den Heinzelmann-Entlader:
- Beschädigung der Kohle, je nach der Korngröße.

4. Entladung durch Greifer

Für diese Entladeart spricht:
- vielseitige Verwendung sowohl zum Entladen aus dem Wagen auf große Lagerplätze und in Schiffe,
- Rückverladung aus dem Schiff und von Lagerplätzen,
- wenig Bedienungspersonal.

Gegen den Greiferbetrieb:
- verhältnismäßig geringe Leistungsfähigkeit,
- Wagen werden ohne Handarbeit nicht restlos entleert,
- großstückige Kohle und Koks sind schlecht oder nur mit großem Wertverlust zu entladen.

5. Entladung durch Kipper

Für die Kipperentladung ist anzuführen:
- große Leistungsfähigkeit bis zu 100 t/h,
- geringe Entladekosten,
- wenig Bedienungspersonal.

Gegen die Kipper spricht:
- kein Zurückverladen aus dem Schiff oder vom Lager,
- Notwendigkeit von Hochgleisen und Bunkern, die die Anlage verteuern,
- geringe Schonung der Kohle, falls keine Rutschen vorhanden sind.

Abb. 1
Zusammenstellung der Diagramme für Kohlenumladung vom Eisenbahnwagen ins Schiff.

a Handentladung
b Selbstgreifer
c_1 elektrischer Kipper (Ruhrort)
c_2 Aufzug-Schwingkipper
c_3 vereinigte Drehscheiben-Scherenkipper und Kübel
d Kübelentladung
—— Entladekosten
- - - - Entladezeit

II. 50 t-Kübelwagenentladung

Für die 50 t-Kübelwagenentladung sprechen folgende Gesichtspunkte:
- große Leistung,
- vielseitige Verwendbarkeit für Häfen und Lagerplätze,
- einfache Gleisanordnung,
- gute Ausnutzung der Ufermauern und der Wasserflächen bei Häfen,
- beste Schonung der Kohle,
- Möglichkeit des Versandes kleiner Einheiten für die verschiedensten Kohlensorten,
- wenig Bedienungsmannschaften.

Gegen die 50 t-Kübelwagen:
- sie sind Sonderwagen, daher nicht freizügig verwendbar,
- Voraussetzung für die Entladung ist eine Krananlage,
- nur fahrbar auf Strecken, die höheren Raddruck zulassen,
- vermehrte Leerläufe.

III. 50 t-Selbstentladewagen

Für die 50 t-Selbstentladewagen sprechen:
- größeres Ladegewicht,
- höhere Zahl an Nutztonnenkilometer,
- schnellstes Entladen,
- kürzeste Zuglänge,
- geringe Entladekosten,
- geringe Anzahl von Bedienungsmannschaft.

Gegen:
- reine Sonderwagen, daher nicht freizügig,
- besondere Anlagen (Hochgleise und Bunker) erforderlich,
- Gleisanlagen notwendig für höheren Raddruck,
- Unterbringung derartiger Mengen in kurzer Zeit selten möglich,
- notwendiger Umbau von Drehscheiben und Waagen,
- zu große Einheiten für die verschiedenen Kohlensorten (in beschränktem Umfang).

Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung ist eine Neuerung von Wichtigkeit, die die Umänderung der jetzigen 20 t-O-Wagen in solche von 30 t Ladegewicht betrifft. Diese Änderung ist von Direktor Boulanger seit mehreren Jahren auf der den Vereinigten Stahlwerken gehörenden August-Thyssen-Hütte in Hamborn mit gutem Erfolg erprobt. Die höhere Tragfähigkeit ist nur erreicht durch die Verstärkung der Achsen, der Federn und der Federaufhängungen, deren Umbau im Verhältnis zu den Vorteilen nur geringe Kosten beansprucht, besonders wenn man berücksichtigt, daß die ausgebauten Achsen und Federn für die Ausbesserung der normalen O-Wagen benutzt werden können. Durch diesen Umbau wird das Verhältnis von Eigengewicht zu Nutzlast das günstigste aller Wagenbauarten für Kohlen bei Verwendung normalen Baustoffes. Die Leistung der Entladung erhöht sich um 50 vH. Die Entladekosten verringern sich im Mittel um rd. 20 vH. Durch diesen Umbau wird besonders die Kohlenentladung durch Kipper sehr günstig beeinflußt. [M 923]

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Schiffs- und Seewesen

Schiffskessel ohne Stehbolzen und Bügelanker

Die Mängel der zylindrischen Schiffskessel liegen in der Hauptsache in der Versteifung der Feuerbüchswandungen mittels Bügelanker und zahlloser Stehbolzen. Dadurch wird die Reinigung besonders bei kleinen Kesseln außerordentlich erschwert, so daß leicht Anfressungen an diesen unzugänglichen Stellen auftreten. Die infolgedessen notwendigen Ausbesserungen verursachen nicht nur hohe Kosten, sondern manchmal auch sehr störende Betriebsunterbrechungen.

Von den verschiedenen Konstruktionen zur Beseitigung dieser Mängel sei die Bauart beschrieben, die die N. V. Maatschappij „Hera", Ymuiden (Holland), 1927 in den Fischdampfer „Maria van Hattem" eingebaut hat, Abb. 1. Bei dem von dem verstorbenen Direktor der Firma Ir. W. Polderman jr. stammenden Entwurf ist der hintere Kesselboden an der Stelle der Feuerbüchsen über die ganze Breite eingezogen und durch bogenförmige elastische Übergänge, die in sich genügende Festigkeit zur Aufnahme des Kesseldruckes haben, mit den oberen und unteren Teilen des Bodens verbunden, Abb. 2 bis 4. Die Flamm- und Rauchgasrohre münden in den eingezogenen Teil, so daß nunmehr die Feuerbüchsen durch den Raum außerhalb des Kessels gebildet werden. Sie sind zu beiden Seiten und hinten durch abnehmbare Bleche abgeschlossen, die mittels feuerfester Steine isoliert sind, und in der Mitte durch eine Wand aus Schamottestein getrennt. Die senkrechten Wasserrohre verbessern ganz besonders den Wasserumlauf und stützen außerdem noch die größeren Übergangsbogen.

Bei den Erprobungen durch die holländische Dampfkesselinspektion hat sich gezeigt, daß der Hera-Kessel in bezug auf die im Betrieb auftretenden Temperaturdehnungen eine elastische Konstruktion darstellt. Der Kessel hat in mehrmonatlichem Betriebe bis jetzt zufriedenstellend ohne irgendwelche Beanstandungen gearbeitet, und der Kohlenverbrauch ist merkbar zurückgegangen.

RZ T. 89 Z 1

Abb. 1
Rückseite des Hera-Kessels mit eingesetzten Wasserrohren.

Infolge des bedeutend besseren Wasserumlaufs durch die Wasserröhren erwärmt sich das Wasser im unteren Teil des Kessels unter den Feuerbüchsen beim Hera-Kessel schon beim Anheizen ebenso rasch wie der übrige Kesselinhalt im Gegensatz zum gewöhnlichen Zylinderkessel. Da alle Stehbolzen wegfallen, ist das Konstruktionsgewicht des Hera-Kessels etwa 3000 kg leichter als das eines Zylinderkessels von gleichen Abmessungen. Dabei ist die Heizfläche mit 87 m² um 3 m² und der Wasserinhalt um 1,5 m³ größer. [M 1189]

Berlin Luchsinger

650
2840
600
24
3150
2060
20
120
800
585
790
18,5
1990
900
2760
RZ 1189 Z 2+4
3150
1110
790
550
900
550
525
2580

Abb. 2 bis 4
Längs- und Querschnitt des Hera-Kessels sowie Gestaltung des Abschlusses aus feuerfesten Steinen.

Seilbahnen

Standseilbahn für Personen- und Güterverkehr

Im Eisenerzgebiet Nordspaniens, in der Nähe von Bilbao, ist 1926 die Seilbahn La Reineta – Escondrilla in Betrieb gekommen. Die Plattform der Wagen liegt im allgemeinen wagerecht; man kann also auf ihnen je nach Bedarf umfangreiche Lasten, insbesondere Kraftwagen, oder Personen befördern. Zwei kräftige Längsbalken auf der Plattform dienen als Fahrbahn für die Räder der Lastkraftwagen, während Querbalken, die vor und hinter die Räder des aufgefahrenen Wagens gelegt werden, durch Klemmbacken festgemacht werden können. Für den Personenverkehr wird ein besonderer Wagenkasten aufgesetzt und durch Riegel befestigt. Zum Aufbringen und Abnehmen der Wagenkasten, die in drei geschlossenen Abteilen 60 Personen und in einem offenen Abteil noch Gepäck und leichte Güter aufnehmen können, dient je ein Kran besonderer Bauart an den beiden Endpunkten.

Die Bahnlänge beträgt 1200 m in der Neigung, mit 2 m/s Geschwindigkeit werden auf 24 bis 33,5 vH Steigung 342 m Höhenunterschied überwunden. Die Spurweite wurde mit 1,20 m verhältnismäßig groß gewählt, damit die Wagen möglichst standfest gegen Winddruck werden. Abb. 5 zeigt einen Wagen mit aufgesetztem Kasten für Personenverkehr, Abb. 6 mit einem Kraftwagen. Das Seil hat 35 mm Dmr. bei 4,3 kg/m Gewicht.

Abb. 5
Wagen der Seilbahn La Reineta—Escondrilla mit aufgesetztem Kasten.

Die gesamte Antriebanlage befindet sich im oberen Endpunkt in einem schloßartigen Gebäude. Der zugeführte Strom von 3000 V Spannung wird auf 440 V umgespannt, der Antriebmotor leistet 90 kW. Drei voneinander unabhängige Bremsen wirken unmittelbar auf die Motorwelle, und zwar eine normale vom Maschinistenstand aus betätigte Handbremse, eine Sicherheitsbremse, die selbsttätig durch Fliehkraftwirkung in Tätigkeit tritt, und eine von einem Motorbremslüfter elektrisch betätigte Bremse, die beim Öffnen des Ölschalters einfällt und beim Wiedereinschalten des Schalters geöffnet wird. Da der Seilbahnwagen bei der Beförderung von Fahrzeugen stets genau in der gleichen Höhenlage anhalten muß, infolge der veränderlichen Dehnung des Seiles bei Belastungs- und Temperaturunterschieden sich aber die Stellung des oberen Wagens beträchtlich ändern kann, hat man an der oberen Endstelle eine bewegliche Brücke angebracht, die man mittels eines besonderen Getriebes an die Stirnwand der Plattform heranschiebt.

Eine elektrische Verriegelung verhütet, daß die Wagen mit zu großer Geschwindigkeit in die untere Haltestelle einfahren. Sobald der Wagen bei Annäherung an den Endpunkt noch eine Geschwindigkeit von mehr als 0,3 m/s aufweist, wird durch Fernauslösung des Hauptschalters der Antrieb stillgelegt, bevor der Wagen anprallt. Dies geschieht, wenn der untere Wagen nur noch 20 cm von der Stirnwand entfernt ist, indem ein in der unteren Haltestelle aufgestellter Endschalter besonderer Bauart für kurze Zeit geöffnet wird. Hierdurch löst sich der Hauptschalter sofort aus, und der Wagen hält ohne merklichen Ruck nahe an der Steinmauer.

Abb. 6
Seilbahnwagen, Abb. 5, mit Kraftwagen auf der Plattform.

Die Endpunkte sind miteinander durch Fernsprecher verbunden. Wagenführer und Maschinist verständigen sich durch Glockensignale vor der Abfahrt. Die mechanische Ausrüstung wurde von der Gießerei Bern der L. von Rollschen Eisenwerke geliefert, die elektrische Antriebanlage ist ein Erzeugnis der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden in der Schweiz. (BBC-Mitteilungen März 1928 S. 119)
[M 1340] Sd.

Wasserkraftanlagen

Amerikanische Versuche an Meßwehren

Sehr umfangreiche und beachtenswerte Versuche an Meßwehren sind in den Jahren 1904 bis 1920 (hauptsächlich 1913 bis 1916) in der Cornell-Universität, Ithaca N. Y., ausgeführt worden[1]). Es handelt sich dabei um Wehreichungen durch Behältermessungen. Die Versuche bezweckten, die in den Vereinigten Staaten üblichen Formeln für scharfkantige Wehre ohne Seitkontraktion mit vollkommener Belüftung auf ihre Brauchbarkeit hin zu prüfen und den Einfluß der Wehrkantenform (Beeinflussung der Wassermenge durch geringe Abrundung, Rauhigkeit, Verschleiß und dergl. der Wehrkante) festzustellen. Die Veröffentlichung umfaßt 2438 Behältermessungen bei 1512 verschiedenen Überfallhöhen; für 241 Überfallhöhen ist mittels eines kleinen Flügels die Geschwindigkeitsverteilung im Meßquerschnitt der Überfallhöhen ermittelt. Es wurden verändert die Wehrhöhen d_0 von 0 bis 2,2950 m, die Überfallhöhen h von 0,0037 bis 0,8382 m; die Wehrbreiten betrugen $L = 1{,}2863$ m, rd. 0,61 m und 0,273 m. Im nachfolgenden seien außer diesen Bezeichnungen, d_0, h, L, die sich mit denen in der englischen Veröffentlichung decken, noch folgende gebraucht: m = Abstand des Meßquerschnittes für h vom Wehr, L_k = freie Länge des geraden Kanals (ohne Einbauten), s = wagerechte Breite der Wehrkante.

[1]) Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Bd. 53 (1927) S. 1395.

Abb. 7 bis 13
Wehrkanten der Versuchsreihen 1 bis 8.

Zahlentafel 1. Versuchsplan

Nr.	Versuchsreihe von	Bezeichnung	Bemerkungen (Wehrkanten Abb. 7 bis 13)
1	Schoder und Turner	Reihe A	Altes, abgenutztes Wehr
2	„ „ „	„ B	Neue Wehrkante
3	Dawson	„ I	Wehrkante wie für 2, jedoch nach zweijährigem Gebrauch
4	„	„ II	Neue Wehrkante
5	„	„ III	Wehrkante wie für 4 nach sechs Wochen
6	„	—	Wehrkanten mit kleinen Abrundungen
7	Schoder und Turner	„ C	12 Jahre alter Winkel als Wehrkante
8	„ „ „	Reihe D bis P	Neue Wehrkante (Messing)
9	Walker und Weidner	—	Einfluß von $s = 6{,}35$ bis 0,4 mm bei geringem $h = 6{,}1$ bis 39,6 mm, $d_0 = 0{,}183$ m, $L = 0{,}273$ m, $m = 0{,}482$ m, $L_k = 3{,}66$ m
10	Martin	—	Scharfe Wehrkante, $d_0 = 0{,}366$ m, $L = 0{,}6096$ m, $m = 2{,}21$ m, $L_k = 3{,}048$ m
11	Meyer und See	Reihe I	Einfluß der Wehrhöhe, d_0 bis 0,762 m verändert durch Verschieben der Wehrkante
12	„ „ „	„ II	d_0 verändert durch senkrechte Verstellung eines hölzernen Einsatzbodens
13	Jones	—	Einfluß kleiner Abrundungen der Wehrkante; Abrundungshalbmesser $r = 0$ bis 1,06 mm
14	Weber	—	Einfluß der Rauhigkeit der stromauf liegenden Wehrfläche. Die Rauhigkeit wurde durch Einschneiden von Rillen verändert.

Versuchskanal für Nr. 1 bis 8: d_0 verschieden, $L = 1{,}286$ m, $m = 3{,}578$ m, $L_k = 7{,}427$ m (Abb. 14 und 15).
„ „ „ 11 bis 14: $d_0 = 0{,}762$ m, L rd. 0,6096 m, $m = 2{,}401$ m, $L_k = 6{,}502$ m.

Der Versuchsplan ist aus Zahlentafel 1 zu ersehen.

Versuche. Die Beschreibung der Versuche selbst würde hier zu weit führen; sie sind offenbar mit großer Sorgfalt in völlig einwandfreier Weise durchgeführt.

Zur richtigen Bewertung der Ergebnisse müssen die Zuströmungsverhältnisse des für die Versuchsreihen 1 bis 8 verwendeten Kanals, Abb. 14 und 15, näher erläutert werden. Das Wasser ist unten seitlich nahe am hinteren Kanalende durch ein Rohr von 0,762 m Dmr. unter eine Haube, die quer zum Kanal steht und nach hinten offen ist, geleitet, aus der es durch Umlenker schräg nach oben in den Kanal geführt wird. Die Wehrhöhe läßt sich durch Heben oder Senken des verstellbaren Kanalbodens verändern. Ungefähr über der Haube schwimmt ein Floß zur Dämpfung der Oberflächenwellen. Bei den Normalversuchen waren keine weiteren Einbauten im Kanal vorhanden. Bei anderen Versuchen wurden zur Erzielung besonderer Geschwindigkeitsverteilungen im Meßquerschnitt Holzgitter dicht vor der Haube in die Strömung gestellt.

Auswertung der Versuche. Zum übersichtlichen Vergleich so vieler verschiedenartiger Versuche wird in der englischen Veröffentlichung als Grundlage die einfache Francis-Formel benutzt; es ist dies die in Europa als Dubuatsche Gleichung bekannte Beziehung

$$Q = \mu \frac{2}{3} L h \sqrt{2 g h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a),$$

worin Francis $\mu = 0{,}623$ setzte. In dieser Form dimensionslos, ergibt die Zusammenfassung der Unveränderlichen, $\frac{2}{3}\mu \sqrt{2 g}$, die Formel

$$Q = 1{,}838\, L\, h^{3/2} \text{ im mkgs-System } (1).$$

Die Abweichungen sämtlicher Ergebnisse in Hundertteilen von den Ergebnissen dieser Formel, bezogen auf $L = 0{,}305$ m sind in Schaulinien aufgetragen.

Ergebnisse. Obige einfache Francis-Formel stimmt nur für völlig scharfkantige Wehre und natürlich nur, solange die unberücksichtigte Zuströmungsgeschwindigkeit vernachlässigbar klein ist, also für große d_0 oder für kleine h (ausgenommen ganz kleine h, vergl. unten).

Für größere Zuflußgeschwindigkeiten ergeben die vorliegenden Versuche keine befriedigende Übereinstimmung mit irgendeiner der zum Vergleich herangezogenen Formeln und Schaulinien. Dies sind: Eteley and Stearns' Formel, Bazins Beiwerte, Lymans Schaulinien und Rehbocks Formel. Daher stellt Schoder eine neue Formel auf, nämlich:

$$Q = L \left[1{,}838 \left(h + \frac{v_a^2}{2 g} \right)^{3/2} + 3{,}33 \frac{v_b^2}{2 g} h \right] \text{ im mkgs-System } \quad (2),$$

worin v_a die mittlere Geschwindigkeit oberhalb der Wehrkante, v_b dieselbe unterhalb der Wehrkante, beide gemessen in der Achse des Meßquerschnitts von h, bedeutet. Diese Formel paßt recht gut für alle diejenigen vorliegenden Versuche, bei denen die Geschwindigkeitsverteilung gemessen wurde, obwohl dabei Geschwindigkeitsunterschiede $\frac{v_a}{v_{\text{mittel}}}$ bis 1,74 und bei gleichem h Unterschiede der Wassermenge bis 26 vH auftraten.

Für sehr geringe h etwa gleich oder kleiner als 0,1219 m schlägt Schoder eine Berichtigung der Francis-Formel vor, derart, daß

$$Q = 1{,}838\, L\, h^{3/2} + (0{,}000372 \text{ bis } 0{,}001115)\, L \text{ im mkgs-Sytem } \quad (3)$$

gesetzt wird.

Geringe Abrundungen der Wehrkante ergeben folgende Zunahmen der Wassermenge gegenüber scharfen Kanten:

$r =$ rd. 1 mm vergrößert Q bis 2 vH bei $h = 0{,}1524$ m
$r =$ „ 1 „ „ Q „ 0,5 „ „ $h = 0{,}4114$ „
$r =$ „ 3,2 „ „ Q rd. 3 „ „ $h = 0{,}1524$ „
$r =$ „ 6,3 „ „ Q „ 5,5 „ „ $h = 0{,}1524$ „

Abb. 14 und **15**
Versuchskanal für Versuchsreihe 1 bis 8.

Aufrauhen der stromauf liegenden Wehrfläche mit der ·robfeile von der Kante bis 0,305 m darunter ergab gegen- über einer polierten Messingplatte eine Vermehrung der Wassermenge

um rd. 2 vH bei $h = 0{,}1524$ m,
„ „ 1 „ „ $h = 0{,}4114$ „.

Bemerkungen

Bezüglich der Nachprüfung von Formeln ist Schoders Bericht über die Anwendbarkeit der Rehbockschen Formel von Interesse. Rehbock setzt in der Dubuatschen Formel (1a)

$$\mu = 0{,}605 + \frac{1}{1050\,h - 3} + \frac{0{,}08\,h}{d_0} \text{ im mkgs-System.}$$

Schoder schreibt darüber u. a.: „Rehbocks Formel stimmt nit den Normalversuchen (ohne Gitter) der Reihen D bis O nnerhalb 0,5 vH überein,

für Höhen $h = 0{,}061$ bis 0,61 m, bei $d_0 = 0{,}152$ bis 0,305 m,
„ „ h bis 0,457 m bei $d_0 = 0{,}457$ m,
„ „ h „ 0,549 „ „ $d_0 = 0{,}914$ „
„ „ h „ 0,366 „ „ $d_0 = 1{,}676$ „
„ „ h „ 0,122 „ „ $d_0 = 2{,}286$ „

ür Höhen h größer als 0,457 m bei $d_0 = 0{,}457$ bis 2,286 m rgibt die Formel 1 bis 4 vH zu wenig."

Es ist deutlich erkennbar, daß die Formel nur dann ersagt, wenn die Geschwindigkeitsverteilung im Meßquer- chnitt, sowohl infolge der schrägen Zuströmung (ungün- tig bei großem h), als auch infolge der Störung durch das :nde des verstellbaren Kanalbodens sowie der Haube (un- ünstig bei kleinem d_0 wegen des Bodens, bei großem d_0 egen der Haube, günstig bei mittlerem d_0) ungünstig beein- ‹ußt wird. Noch klarer tritt dies zutage bei Betrachtung er Geschwindigkeitskurven. Bestätigt wird es auch durch ›lgenden Satz Schoders: „Bei Betrachtung der Versuche ıit solchen Gittern, die nahezu gleichförmige Verteilung er Geschwindigkeit im Meßquerschnitt erzwingen, zeigt die ‹ehbocksche Formel gute Übereinstimmung mit den Ver- ıchen."

Zur Beurteilung der neuen Schoderschen Formel dienen ınächst seine folgenden Angaben: Die Formel ist aus den ersuchen der Versuchsreihe Nr. 8 empirisch entwickelt. ie Versuchswerte zeigen dabei in 79,5 vH Fällen Abwei- ıungen gleich oder kleiner als 1 vH von den Rechnungs- erten, und nur in 1,8 vH Fällen Abweichungen von mehr ls 3 vH bis höchstens 5,3 vH. Die ebenfalls mit der Formel erglichenen Versuchsreihen Nr. 11 von Meyer und See und r. 13 von Jones weisen Abweichungen bis höchstens 1,8 vH ıf. Der Vergleich mit den Versuchsreihen Nr. 1, 2 und 7 ›n Schoder und Turner, sowie Nr. 14 von Weber ist für e Brauchbarkeit der Formel nicht maßgebend, da bei ihnen e Wehrkante nicht einwandfrei scharfkantig ist.

Auf eine Unsicherheit bei Anwendung der Formel (2) sei ›ch hingewiesen; sie besteht darin, daß die Lage des Meß- ıerschnittes für die Geschwindigkeitsmessung nicht ein- ›utig gekennzeichnet werden kann. Schoder hat selbst bei nigen Versuchen Geschwindigkeitsmessungen in verschie- ›nen Entfernungen vom Wehr durchgeführt. Berechnet an z. B. nach seiner Formel (2) die Wassermenge für :inen Versuch Reihe N, Gitter Nr. 1 bei 0,61 m Überfallhöhe, ınmal nach seiner 3,566 m vor dem Wehr, ein anderes Mal ‹ch seiner 1,829 m vor dem Wehr aufgenommenen Ge- :hwindigkeitskurve, Abb. 16, so ergibt sich ein Unterschied ›n ungefähr 4,8 vH in der errechneten Wassermenge. Aller- ıngs muß hinzugefügt werden, daß die Strömungsverhält- isse in diesem Fall offenbar besonders ungünstig lagen, ‹ starke Ungleichmäßigkeiten in der Geschwindigkeitsver- ilung quer zur Kanalachse geherrscht haben müssen; denn :nst wäre es unmöglich, daß die eine Geschwindigkeits- ırve gänzlich oberhalb der anderen verläuft, wie es tat- ‹chlich Abb. 16 zeigt; bei gleichartiger Geschwindigkeits- rteilung über den Querschnitt müßten vielmehr die Mittel- ›rte beider Geschwindigkeitskurven zusammenfallen.

Formel (3) für sehr kleine h-Werte ist etwas unbestimmt, ıs auch erklärlich ist, da die Einflüsse, die das „Kleben" ‹s Strahles an der Wehrkante bewirken, — wie Adhäsion, ›erflächenspannung und dergl. —, zu mannigfaltig und ›rwickelt sind, als daß sie sich durch eine nicht allzu ›ständliche Formel scharf erfassen ließen.

Schlußfolgerung. Aus allen Versuchen geht klar ›rvor, daß für genaue Überfallmessungen die strenge ınehaltung folgender Forderungen unerläßlich ist: voll- ›mmene Scharfkantigkeit des Wehres; — geordnete axiale ›strömung, die nötigenfalls durch Einsetzen von Be- ›higungsgittern zu erzwingen ist; — Vermeidung kleiner ›erfallhöhen, bei denen die Gefahr des Klebens des Strahles ı der Wehrkante besteht.

Die Formel von Rehbock ergibt dann richtige Werte f. Q.

Abb. 16
Geschwindigkeitsverteilung in Kanalmitte bei Versuch N, Gitter Nr. 1 bei 0,61 m Überfallhöhe.
— — — v in 1,829 m Entfernung vor Wehrkante
——— v „ 3,566 „ „ „ „

Ist eine gleichförmige Zuströmung des Wassers zum Wehr aus örtlichen Rücksichten unmöglich erzielbar, so scheint die neue Schodersche Formel in vielen Fällen noch technisch brauchbare Angaben über die Wassermenge zu liefern.

Die oben aufgeführten Forderungen für zuverlässige Wehrmessung sind zwar nicht neu, aber die vorliegenden Versuche geben durch die äußerst zeitraubende, mühselige und kostspielige Feststellung der Fehlergrößen, welche bei Nichtbeachtung obiger Forderungen entstehen, erst die Möglichkeit, den Begriff der Scharfkantigkeit streng zu umschreiben. Auch die Genauigkeit der Beschreibung, sowie die Übersichtlichkeit der Zusammenstellung der Versuche sind geradezu vorbildlich. Somit stellt die englische Veröffentlichung eine sehr wertvolle Bereicherung der einschlägigen Literatur dar. [M 1278]

Berlin Dr.-Ing. K. Pantell

Eisenhüttenwesen

Verbesserungen im Hochofenbau

Seit 1910 sind auf dem Hochofenwerk Sloss-Sheffield der Firma Steel & Iron Co., Birmingham, Ala.[1]), eine Reihe von Verbesserungen durchgeführt worden, die man nunmehr bei vier in Betrieb befindlichen Öfen angewendet hat. Das Gestell der Öfen ist bei 3710 mm Dmr. von einem 330 mm dicken Gußeisenmantel umschlossen. Die Gestellweite richtet sich nicht nach den sonstigen Ofenabmessungen, sondern nach der Güte des zu gewinnenden Roheisens. Ein zu weites Gestell neigt zu einer Verminderung der Roheisenbeschaffenheit, namentlich in bezug auf die physikalischen Eigenschaften und verursacht ungleichmäßige Gießbedingungen. Das Gestell wird nur von außen durch Wasser gekühlt. Durch die Wasserberieselung und durch einen Wassergraben werden Durchbrüche und die Ansammlung von Wärme auf dem Gestellboden vermieden. Wenn einmal eine Stelle leck werden sollte, so kann das flüssige Roheisen durch den Gußeisenpanzer nicht schnell durchbrechen, so daß der Schaden gering ist. Sieben Öfen mit einem solchen Gestell hatten in 15 Jahren Betriebzeit keinen Durchbruch.

Für die Formenebene hat man einen Mantel ähnlicher Art mit Öffnungen für die Kühlformen und für mindestens zwei Bronzekühlkasten zwischen jeder Windform gebaut. Über dem Formenmantel befinden sich drei bis vier Reihen Bronzekühlkasten. Sie werden von auswechselbaren Gußeisengehäusen, die durch Stahlbänder miteinander verbunden sind, eingeschlossen und bilden den unteren Teil der Rast. Der obere Rastteil besteht aus einem Mantel aus Stahlblech, der von gußeisernen Platten mit inneren und über den Mantel hinausragenden Stahlröhren geschützt wird. Die Rastausführung ist seit zehn Jahren an einem Ofen ununterbrochen in Betrieb und befindet sich jetzt noch in bestem Zustand. Der Winkel zwischen Rast und Kohlensack beträgt 77°. Die Schachtmauer, die 530 bis 615 mm dick ist, wird durch Bronzekühlplatten, die durch einen Blechmantel verbunden und gestützt werden, geschützt.

Von der Stelle im oberen Schachtteil ab, wo die starke Abnutzung infolge der Beschickung beginnt, ist der Schacht aus Metall; er besteht außen aus einem Stahlmantel und

[1]) „The Iron Age" Bd. 120 (1927) S. 782.

Abb. 19
Rollenlager für Warmsägen.

Abb. 20
Rollenlager für Rollgänge.

innen aus verschleißfesten Gußeisenplatten. Der Querschnitt in dem oberen Schachtteil ist größer als bei den älteren Bauarten, da die Steigung jetzt nur 40 mm/m gegen 60 bis 100 mm/m sonst ist. Der größere Schacht wirkt wie ein Rekuperator der heißen Gase; er gibt die Gase zu einer niedrigeren Temperatur ab, so daß man durch die im Ofen zurückgehaltene Wärme an Brennstoff spart. Selbst bei Einbau eines kleinen Gichtverschlusses kann man die gröberen Aufgabekörper gegen die Schachtwand stürzen, ohne sie zu beschädigen, während man sonst die feineren Teile des Möllers zum Schutze der Ofenwand außen aufgab.

Da der obere Querschnitt genügend groß und die Verteilung des Möllers gleichmäßig ist, ziehen auch die Gase gleichmäßig durch die Beschickungssäule und nicht zwangweise durch einzelne Durchgänge der Beschickung; sie reißen also keine großen Staubmengen mit sich fort. Der leichte Durchgang der Gase hat zur Folge, daß sie gekühlt werden und infolgedessen einen großen Wärmebetrag im Ofen zurücklassen und ferner, daß sie den Ofen mit einem nur geringen Staubgehalt verlassen. Die Staubmengen vermindern sich um 90 vH. Ferner umspülen die heißen Gase das Erz länger und besser in der oberen Reduktionszone, wodurch das Erz für die Schlußreduktion günstiger vorbereitet wird; der Ofen leistet mehr und der Brennstoffverbrauch ist geringer. In dieser Ofenart erzeugt man immer ein gleichmäßiges Roheisen mit 2,52 vH Silizium, 0,5 vH Mangan, 0,028 vH Schwefel, 0,75 vH Phosphor mit einer bei den sonstigen Ofenbauarten nicht möglichen Geschwindigkeit. 1220 kg Koks verbraucht man bei einem Ofen von 417 m³ Inhalt für 1 t Roheisen; bei der geänderten Bauart hat der Verbrauch um 12,9 vH abgenommen, während die Roheisenerzeugung mit 320 t in 24 h um 30,4 vH gestiegen ist. [N 1314] Ka.

Rollenlager für hoch beanspruchte Lagerzapfen

Der zur Überwindung der Zapfenreibung aufzuwendende Kraftverbrauch ist bei Walzgerüsten und bei einzelnen Hilfsmaschinen der Walzwerke so hoch, daß schon lange das Verlangen nach einer reibungsloseren Lagerung bestand. Auch die Unterhaltungskosten der Lagerung und die durch das Auswechseln hervorgerufenen Stillstände fallen sehr ins Gewicht. Die Schwierigkeiten, solch eine einwandfreie Lagerung herzustellen, waren jedoch sehr erheblich. Vor drei Jahren begann die Firma Tinken Roller Bearing Co., Canton[1]), Ohio, mit Versuchen in dieser Richtung. Da die Firma selbst große Mengen Stahl herstellt, konnte sie die Lagerung der Walzen im eigenen Betrieb erproben.

[1]) „The Iron Age" Bd. 121 (1928) S. 259.

Die größte Schwierigkeit bietet die Lagerung der Walzenzapfen der verschiedenen Walzwerke, da hier erhebliche radiale und seitliche Drücke auftreten. Die Aufgabe hat man in außerordentlich einfacher Weise gelöst, sowohl konstruktiv als hinsichtlich der Einfachheit des Einbaues. Das Rollenlager, Abb. 17, besteht im wesentlichen aus zwei doppelt kegligen unteren Laufflächen, vier Sätzen geneigt liegender Rollen mit den Zubehörteilen und drei Oberteilen, von denen der eine doppelt ist. Man kann das zusammengebaute Lager einfach über den Walzenzapfen streifen, ohne das Lager auseinanderzunehmen. Die Lager sind massig und so breit, daß sie auch die höchsten Beanspruchungen aushalten können.

Die Vorteile dieser Lagerung sind: längere Lebensdauer, ganz erhebliche Kraftersparnis, geringer Verbrauch an Schmiermitteln und geringe Unterhaltungskosten. Hinsichtlich des Kraftverbrauchs haben Versuche ergeben, daß eine Ersparnis von etwa 60 vH gegenüber Walzgerüsten mit normaler voller Zapfenlagerung erreicht wird. Die Rollenlagerung für die Kammwalzgerüste, Abb. 18, ist einfacher, da die Beanspruchungen, besonders die seitlichen, nicht erheblich sind. Der Einbau ist ebenso einfach wie bei Walzgerüsten.

Auch die Warmsägen erfordern wegen der hohen Umdrehungsgeschwindigkeit des Sägeblattes in Verbindung mit den plötzlich auftretenden hohen Beanspruchungen und der Wärmeübertragung des Werkstückes auf Säge, Welle und damit auch auf die Lagerung gute Lager, Abb. 19. Die Welle muß sehr fest gelagert sein, damit das Sägeblatt nicht seitlich ausweichen kann. Da sich die Welle aber infolge der Erwärmung ausdehnt, muß das Lager etwas nachgeben.

Ähnliche Ausführungen für andre Hilfsmaschinen, besonders auch für Rollgänge, Abb. 20, haben sich im Betrieb gut bewährt. [M 1273] St.

Abb. 17
Rollenlager
für Walzenzapfen.

Abb. 18
Gehäuse und Rollenlager
für Kammwalzen.

Gießerei

Feststellung der Dünnflüssigkeit von Gußeisen und Nichteisenmetallen

Für den Gießereibetrieb ist es von außerordentlicher Wichtigkeit, den Grad der Dünnflüssigkeit der Schmelze vor dem Guß rasch und ohne große Mühe feststellen zu können. Denn nicht die Temperatur allein ist maßgebend für den Flüssigkeitszustand einer Schmelze, sondern außer der chemischen Zusammensetzung noch eine Reihe anderer Gründe. C. Curry[1]) kennzeichnet den Begriff der Dünnflüssigkeit als die Fähigkeit einer Flüssigkeit, in einem gegebenen Zustand eine nach ganz bestimmten Bedingungen hergestellte Gießform auszufüllen. Die ersten Untersuchungen in dieser Richtung fanden schon 1898 statt, nach mehreren Änderungen im Laufe der Jahre kamen dann 1919 zwei Japaner[2]) auf den

[1]) „The Foundry" Bd. 55 (1927) S. 800.
[2]) Proc. College Engg., Kyoto Univ. Bd. 2 (1919) S. 83 und Bd. 4 (1924) S. 165.

Abb. 21 bis 23
Modell der Gußspirale zur Feststellung der Dünnflüssigkeit eines zu vergießenden Metalles.

Gedanken der spiralförmig ausgebildeten Gußform. Die Versuchsanordnung wurde noch mehrfach verbessert und bildet in ihrer jetzigen von Curry in Frankreich ausgearbeiteten und sorgfältig geprüften Form ein ausgezeichnetes Mittel, um in einer für den Betrieb ausreichenden Genauigkeit durch Vergleichswerte die Dünnflüssigkeit eines zu vergießenden Metalls festzustellen.

Das Modell, Abb. 21 bis 23, formt man in üblicher Weise in Sand ein. Das Eisen oder Metall wird oben seitlich eingegossen, läuft dann in den eigentlichen Gußtrichter, von da durch drei kleine Ausflußlöcher nach unten in einen größeren Hohlraum, um sich von hier aus je nach der Dünnflüssigkeit mehr oder weniger weit in einer Spirale von dreieckigem Querschnitt auszubreiten. Die Spirale selbst ist in einer Entfernung von 50 zu 50 mm mit kleinen Erhöhungen gekennzeichnet, so daß man die durch den Guß ausgefüllte Länge sofort ablesen kann. [M 1261]

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Kraemer

Kleine Mitteilungen

Kesselexplosion auf dem Hochdruck-Turbinenschiff „King George V."

Auf dem Anfang 1927 in regelmäßigen Betrieb genommenen Personendampfer „King George V", dem ersten englischen mit Hochdruckdampf arbeitenden Schiff[1]), platzte am 15. September 1927 ein Kesselrohr der ersten Rohrreihe. Da unglücklicherweise eine Feuertür offenstand, wurden zwei Leute dabei schwer verletzt. Der Bericht des Board of Trade über die Ursachen der Explosion liegt nunmehr vor. Es wurde festgestellt, daß die ganze vordere Rohrreihe, die die rechte Wassertrommel mit der Dampftrommel verbindet, sehr starken Kesselsteinbelag hatte. Dieser war dadurch entstanden, daß man als Zusatzspeisewasser gewöhnliches Rohwasser aus der Stadt Greenock verwendet hatte, das nach der Analyse sehr hart ist. Die Reederei baut jetzt Verdampfer ein, die das Zusatzwasser liefern; es ist aber schwer einzusehen, warum sie diese für jeden Hochdruck-Dampfbetrieb selbstverständliche Maßnahme erst dann getroffen hat, als bereits großer Schaden entstanden war. („The Engineer" 23. März 1928 S. 320)
[N 1472 a] Pt.

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1143 und Bd. 71 (1927) S. 410.

Große Mallet-Lokomotive

Die Anwendung eines hinteren Drehgestelles bei Lokomotiven mit Tender findet in Amerika immer weitere Verbreitung. Kürzlich bestellte die Northern Pacific-Bahn bei der American Locomotive Co. eine 1 D + D 2 - Mallet-Lokomotive mit einfacher Dampfdehnung. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Triebwerk 4 × 660/813/1600 mm, Rostfläche 16,9 m², Dampfüberdruck 17,6 at, Dienstgewicht ohne Tender 322 t, Zugkraft einschließlich der Zusatzmaschine im hinteren Drehgestell 68 200 kg.

Es wird eine indizierte Leistung von 6000 PS von dieser Lokomotive erwartet. [N 1472 c] M.

Fahrzeugbeschaffungen der Southern Pacific-Bahn

Die Southern Pacific-Bahn beschaffte in den fünf Jahren 1923/27 im Mittel jeden neunten Tag eine neue Lokomotive, jeden sechsten Tag einen neuen Personenwagen und je 2½ h einen neuen Güterwagen. Die Preise betrugen im Mittel 330 000 ℳ für eine Lokomotive, 126 000 ℳ für einen Personenwagen, 9200 ℳ für einen Güterwagen.

Das Netz umfaßt zur Zeit 14 100 km Strecke; man betreibt hierauf 1019 Lokomotiven, von denen 240 mit Zusatzmaschinen (boosters) ausgerüstet sind. [N 1472 d] M.

Amerikanischer Verschiebebetrieb

Auf dem großen Verschiebebahnhof Cedar Hill der New York, New Haven und Hartford-Bahn wurden 1927 monatlich 98 493 Güterwagen über die Ablaufberge geschoben. Die Höchstleistung eines Ablaufberges in 24stündiger Schicht betrug 2511 Wagen. Den Verschiebedienst besorgen dreizylindrige Lokomotiven von 112 t Reibungsgewicht. Die die ablaufenden Wagen begleitenden Bremser kehren auf kleinen von Ölmotoren getriebenen Plattformwagen auf besonderen Gleisen zum Ablaufberge zurück. [N 1472 e] M.

Amerikanische und englische Rennwagen

Der Unfall von F. Lockhart, dessen Rennwagen vor einigen Wochen bei rd. 360 km/h Geschwindigkeit in Daytona, Florida, ins Wasser geriet, hat die Aufmerksamkeit der Welt auf diese immer wiederkehrenden Rekordversuche gelenkt. Zur Zeit hält Campbell mit rd. 330 km/h Geschwindigkeit den Weltrekord. Sein Wagen wiegt 2530 kg und ist mit einem Napier-Flugmotor mit zwölf Zylindern von rd. 22,3 l Inhalt und 1 : 10 Verdichtungsverhältnis 140/130 mm) ausgerüstet, dessen Bauart noch von der englischen Admiralität geheimgehalten wird. Campbells Vorgänger war Segrave, der mit einem Rennwagen von nur 1355 kg Gewicht die Geschwindigkeit von rd. 326 km/h erreichte. Sein Wagen ist mit einem Sunbeam-Motor mit 24 Zylindern von rd. 122/135 mm versehen, der 1000 PS leisten soll. Von dem Rennwagen von Lockhart, der mit Mitteln der Stutz Motor Car Co. erbaut worden ist, versprach man sich wegen der besonders mit Rücksicht auf geringen Luftwiderstand durchgebildeten Bauart ein sehr günstiges Ergebnis, obgleich sein Motor nur zwölf Zylinder von 55,6/76,2 mm hat und nicht mehr als 385 PS leisten soll. („Automotive Industries" 25. Februar 1928 S. 332*)
[N 1472 f] H.

Deutscher Luftverkehr 1927

Laut Flugplan waren für 1927 im ganzen 29 473 Flüge vorgesehen, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 619, von denen 26 659 Flüge durchgeführt wurden, d. h. die Regelmäßigkeit betrug 91 vH. 304 046 Kabinenplätze standen zur Verfügung, von denen 151 091 ausgenutzt wurden. Die Verkehrsflugzeuge der Deutschen Lufthansa flogen 9 969 995 km und beförderten 102 681 Personen. Die Frachtmenge betrug 2326,1 t, Post und Zeitungen 826,9 t. („Nachrichten für Luftfahrer" 15. März 1928 S. 136) [N 1472 h] Gw.

Großes Industrie-Kraftwerk

Die Firma Imperial Chemical Industries, hervorgegangen aus der Vereinigung der Firmen Brunner, Mond & Co., Nobel Industries, United Alkali Co., British Dyestuffs Corporation sowie vielen andern chemischen Unternehmungen, erbaut zur Zeit für den Betrieb der Synthetic Ammonia and Nitrates Co. in Billington bei Stockton-on-Tees ein Industriekraftwerk, das das größte seiner Art in England werden dürfte. Die Ausrüstung, die zum größten Teil an die Metropolitan-Vickers Electrical Co. vergeben wurde, umfaßt je drei Turbodynamos von 12 500, 12 500 und 6000 kW, zusammen also 93 000 kW Leistung. Die ersten Turbodynamos von je 12 500 kW sind für Gegendruckbetrieb bestimmt und sollen bei rd. 44 at Anfangsdruck und 445° Anfangstemperatur täglich 5850 t Dampf von 19,25 at bei 350° für Heizzwecke abgeben, wobei ihre Nennleistung 12 000 kW betragen soll. Die zweite Gruppe von Maschinen soll mit Kondensation arbeiten und durch Aufnahme des in der Fabrik nicht verbrauchten Abdampfes der Gegendruckturbinen zum Lastausgleich der Kraftanlage beitragen. Die dritte Gruppe von Turbinen sind Vorwärmturbinen, die mit Heißdampf von 18 at Anfangsdruck betrieben und mit rd. 1 at Gegendruck an fünfstufige Speisewasser-Vorwärmanlagen angeschlossen werden. Wegen der großen Dampfmengen, die in der Fabrik verbraucht werden, ist der Bedarf an frischem Speisewasser sehr groß. („The Engineer" 16. März 1928 S. 299) [N 1472 b] H.

Hängebrücke über den Detroit-Fluß

Zwischen Detroit, U. S. A., und Windsor, Canada, ist gegenwärtig eine Hängebrücke im Bau, die eine einzige Öffnung von rd. 560 m Spannweite hat. Die lichte Höhe der Brücke über dem Wasser beträgt in Flußmitte rd. 46 m. Die beiden Brückenpfeiler haben rd. 110 m Höhe über den Gründungen. Dem Kraftwagenverkehr wird ein 18 m breiter Fahrweg dienen; hierzu kommt ein 2,4 m breiter Fußweg. Die Mittel für den Bau werden von einer Gesellschaft aufgebracht, die zur Tilgung und Verzinsung der aufgebrachten Gelder einen Brückenzoll erheben wird. („Engineering" 23. März 1928 S. 357) [N 1472 g] Sd.

BÜCHERSCHAU

Berechnen und Entwerfen von Turbinen- und Wasserkraftanlagen. Von H o l l. Neubearb. von G. G l u n k. 4. Aufl. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 187 S. m. 41 Abb. Preis 10,50 ℳ.

Das in vierter Auflage wieder von Dipl.-Ing. E. Glunk bearbeitete Werk war ursprünglich von Holl zur Einführung des von ihm konstruierten Turbinenrechenschiebers bestimmt. Während der Turbinenrechenschieber aber keine größere Verbreitung fand, hat sich das begleitende Werk in seiner ersten wie auch in den späteren Auflagen infolge der übersichtlichen, auf gründlicher Sachkenntnis fußenden Darstellung des Gebietes rasch eingeführt. Die Anordnung des Stoffes ist auch bei der Neuauflage geblieben. Etwa ⅔ des Werkes sind den beim Entwurf einer Wasserkraftanlage vorkommenden Berechnungen der Turbinenanlage und ihrer Regelung gewidmet. Daran schließt sich eine Beispielsammlung, und in zwei Schlußkapiteln wird die Anwendung auf eine Reihe bekannter Anlagen und die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen besprochen. Im Anhang sind die wichtigsten Gleichungen und das Schrifttum zusammengestellt.

Die Vorzüge des Buches sind auch in der Neuauflage erhalten geblieben, und es wird jedem, der sich mit den beim Entwurf einer Wasserkraftanlage vorkommenden Berechnungen vertraut machen will, ein guter, zuverlässiger Führer sein. Für eine Neuauflage zu wünschen wären einige Ergänzungen über das Verhalten der Propeller- und Kaplanturbinen bei wechselnden Wassermengen und Gefällen, über die wirtschaftlichen Querschnitte von Stollen und Druckrohrleitungen, über die Bemessung von Wasserschlössern und die zulässigen Grenzgefälle bei den verschiedenen Turbinenreihen [E 1333] E. B r a u n

Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Verbrennungskraftmaschinen. Von Franz S e u f e r t. 8. verb. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 161 S. m. 55 Abb. Preis 3,60 ℳ.

Die sechste Auflage dieses Buches wurde in Z. Bd. 61 (1917) S. 456 eingehend und günstig besprochen; doch wurden auch Winke bezüglich nötiger Verbesserungen gegeben, die aber noch nicht befolgt worden sind. Infolgedessen bleibt das Buch hinter heutigen Anforderungen der Fachkreise immer mehr zurück. Die Anleitungen für die Auswertung der Versuche an Dampfmaschinen sind zu dürftig, da man hierbei die Entropietafeln nicht mehr umgehen kann; auch bezüglich der Vollständigkeit der Beobachtungen und Berechnungen bleibt manches zu wünschen übrig. Es fehlt z. B. der Hinweis auf die Abhängigkeit des Wirkungsgrades des Stromerzeugers von Belastung und Phasenverschiebung, auf die Unterschiede von Leistung und Wirkungsgrad an Klemmen und Kupplung, auf Temperaturberichtigungen bei Thermometern, Quecksilbervakuummetern und bei den Wassermessungen mit geeichten Behältern, bei der Berechnung der Kühlwassermenge, der Messung der Förderhöhe usw. Einrichtungen wie Abb. 8 und 11 bis 13 sollten nur als Warnung erwähnt werden. Die Darstellungsgabe und klare Ausdrucksweise des Verfassers ließen von einer Ausgestaltung des Buches in der gewünschten Richtung besten Erfolg erwarten. Die Ausstattung und der Druck sind sehr gut. [E 1301] Dr. R. D o e r f e l

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 1. R. 22. H.: **Über die Wärmeabgabe geheizter Rohre bei verschiedener Neigung der Rohrachse.** Von Werner K o c h. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 29 S. m. 51 Abb. Preis 4,80 ℳ.

Die außerordentlich wichtigen, aber auch verwickelten Verhältnisse bei der Wärmeabgabe eines beheizten Rohres werden eingehend theoretisch und experimentell untersucht. Die ersten Kapitel geben einen sehr klaren Überblick über die theoretischen Grundlagen: Den Einfluß der Strahlung, der Leitung und der Konvektion, der Raum- und Wandtemperatur. Dann werden die Anordnung, Durchführung und Auswertung der Versuche besprochen, die im Laboratorium für technische Physik der Technischen Hochschule München ausgeführt worden sind. Untersucht wurden insgesamt vier Stahlrohre von 14 bis 100,5 mm äußerem Dmr., und zwar bei wagerechter, senkrechter und geneigter Lage (45 und 80° gegen die Wagerechte). Die Auswertung ergab wichtige, zum Teil unter Anwendung des Ähnlichkeitsverfahrens erhaltene Gesetzmäßigkeiten, die mit den theoretisch gefundenen Beziehungen gut übereinstimmten. U. a. konnten Formeln für die Wärmeabgabe durch Leitung bei wagerechten und geneigten Rohren abgeleitet werden. [E 1332] Pt.

Fabrikorganisation für den mittleren und kleineren Betri[e] Von Walter R a h m. Berlin 1927, Reinhold Wiche[r]. 106 S. m. zahlr. Vordrucken u. Abb. Preis 5 ℳ.

Bücher über Organisation sind mit Vorsicht zu g[e]nießen, wenn sie nicht mit bewußter Beschränkung ein[en] erprobten Einzelfall beschreiben, sondern allerlei Ratschlä[ge] geben wollen, wie man organisieren soll. Gerade für d[en] kleineren und mittleren Betrieb besteht eher als bei Gro[ß]betrieben die Versuchung, es mit Rezepten zu versuche[n]. An einem Muster-Fabrikbetriebe mit etwa 150 Arbeite[rn] werden in der Schrift von Rahm Ratschläge zu orga[ni]satorischen Verbesserungen entwickelt und durch Beispi[ele] und Vordrucke erläutert: Fertigungsart und Auftragwese[n], Durchschreibe-Buchhaltung und Kostenverteilung, Einka[uf] und Lagerverwaltung, Lohnverrechnung usw. Vieles mu[ß] dabei — wie es bei so geringem äußeren Umfange nic[ht] anders möglich — zu kurz wegkommen. Die recht lebe[n]dige Darstellung verleitet gelegentlich zu etwas oberfläc[h]lichen Bemerkungen, neben denen wieder im einzeln[en] recht Brauchbares steht. [E 1318] Zdl.

Der durchlaufende Träger. Herausgeg. von E. M ö r s c[h]. Stuttgart 1928, Konrad Wittwer. 242 S. m. 260 Ab[b]. Preis 16 ℳ.

Das Buch ist auf den grundlegenden graphischen Ve[r]fahren von M o h r und R i t t e r aufgebaut. Die erst[en] beiden Kapitel enthalten deshalb die zeichnerische Ermit[t]lung der Biegelinie und die Bestimmung der Stütze[n]momente mittels Festpunkte und Kreuzlinienabschnitt[e]. Die Einflußlinien für die Momente und Querkräfte sind b[e]sonders eingehend behandelt. Außer den zeichnerische[n] Verfahren werden im 3. Kapitel auch die rechnerischen B[e]ziehungen aus der Drei-Momenten-Gleichung (Clapeyronsc[h]e Gleichung) abgeleitet.

Damit ist die Grundlage für die Behandlung der fo[l]genden schwierigeren Trägerformen geschaffen. In leic[ht] faßlicher Weise werden die zeichnerischen und rechnerische[n] Verfahren bei veränderlichem Trägheitsmoment und b[ei] elastisch eingespannten Stützen dargestellt und an Be[i]spielen von Eisenbetonbauten erläutert. Dabei werden d[ie] Übergangszahlen und Übergangslinien zur Bestimmung d[es] Momentenverlaufs benutzt und der Einfluß der elastische[n] Balkenverschiebung und der Temperaturveränderung ei[n]gehend untersucht. Sehr wertvoll sind die vielfachen Hi[n]weise, in welchen Fällen die einzelnen Verfahren rasch[er] zum Ziele führen. Mit dem Stockwerkrahmen schließt da[s] Buch, das noch in einem Anhang eine große Anzahl vo[n] Tabellen für die Momente und Querkräfte enthält.

Die klare, übersichtliche Darstellung des behandelte[n] Stoffes ist besonders hervorzuheben. Das Buch ist gleiche[r]maßen für den Studierenden, wie für den in der Praxi[s] stehenden Ingenieur geeignet und kann insbesondere de[m] Konstrukteur warm empfohlen werden. Es wird deshal[b] wie die übrigen Werke des Verfassers weiteste Verbreitun[g] in der Fachwelt finden. [E 1328] W e i d e r t

Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Eisenbetons. 31. H. **Betonzusammensetzung und Druckfestigkeit.** Von Geor[g] E i s f e l d e r. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 55 S. m. 17 Abb. Preis 5,40 ℳ.

Nach einer kurzen Einleitung werden die in den letzte[n] Jahren auf dem Gebiete der Betonzusammensetzung un[d] -festigkeit angestellten deutschen und amerikanischen Labo[]ratoriumsversuche kritisch behandelt, die wichtigsten Ein[]flüsse auf die Betonfestigkeit eingehend untersucht und i[m] Anschluß daran die älteren Versuche des deutschen Beton[]vereins, ausgeführt bei Dyckerhoff & Widmann, nach de[n] neuen Gesichtspunkten ausgewertet. Der letzte Abschnit[t] beschäftigt sich mit der Verwertbarkeit der Ergebnisse au[s] Laboratoriumsversuchen auf der Baustelle und gibt zu[m] Schluß Regeln für die Betonzusammensetzung auf der Bau[]stelle und Richtlinien für eine Zusammenfassung und Ver[]wertung von Baustellennachweisen. [E 1329] Lr.

Monographien aus dem Gebiete der Fettchemie, 1. Bd.: **Di[e] Lösungsmittel der Fette, Öle, Wachse und Harze.** Vo[n] H. W o l f f. 2. Aufl. Stuttgart 1927, Wissenschaftlich[e] Verlagsgesellschaft. 276 S. m. 17 Abb. Preis 17,50 ℳ.

Die Anwendungsgebiete der Lösemittel sind außer[]ordentlich zahlreich geworden, seitdem man sie nicht meh[r] nur zum Lösen fester Stoffe und zum Verdünnen von Flüssig[]keiten, sondern auch zum Transport löslicher Stoffe: zu[m] Extrahieren und zum Tränken verwendet. Besonders di[e] Verwendung der Lösungsmittel zum Tränken beginnt sich neuerdings in der Textilindustrie Eingang zu verschaffen.

Es ist daher zu begrüßen, wenn einzelne Gruppen von Lösemitteln im Buche von H. Wolff, Berlin, übersichtlich beschrieben werden. Die 2. Auflage des Werkes, an deren Ausarbeitung Dr.-Ing. Hellmut Gnamm, Stuttgart, besonders beteiligt ist, enthält die Untersuchungsverfahren, eine genaue Beschreibung der einzelnen Lösemittel und ihre Anwendung. Hierbei sind nicht nur die durch chemische Formeln ausdrückbaren Lösemittel berücksichtigt, sondern auch Mischungen, die zum Teil unter Phantasienamen im Handel sind. Für das Arbeiten in offenen Gefäßen ist der Abschnitt über die physiologischen Eigenschaften wichtig. Die wirtschaftliche Anwendung, die auf der Wiedergewinnung der flüchtigen Lösungsmittel beruht, ist in einem besonderen Abschnitt behandelt. Den Schluß bilden Zahlentafeln mit den Kennzahlen der Lösemittel. Das Buch ist infolge seiner guten Übersichtlichkeit wertvoll, wenn auch einzelne Fehler der Richtigstellung bedürfen, wie z. B. die Siedeanalysen auf S. 93 im Abschnitt „Trichloräthylen".
[E 1334] Dr. Michaelis

Verhandlungsbericht der 35. Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. am 24. und 25. Mai 1927. Berlin 1927, Selbstverlag. 53 S. m. Abb. Preis 5 M.

Der Bericht enthält neben den geschäftlichen und organisatorischen Mitteilungen einen kurzen Aufsatz von Zapf über Kabelbewehrungen, einen ausführlichen Aufsatz von Ekström über die Verwendung der Elektrizität im Haushalt unter besonderer Berücksichtigung des Sevesherdes und eines hierfür geeigneten Tarifes, sowie die sich an den Vortrag anschließende Aussprache, in der u. a. auch Angaben über die Wirtschaftlichkeit des Elektroökonomen (elektrischer Speicherherd) gemacht wurden, endlich die Vorträge von Matthias über Ölschalterfragen und von Forssblad über einen neuen, im Kraftwerk Västeras in Betrieb befindlichen Strahlungsdampfkessel, mit dem man sehr gute Erfahrungen gemacht hat. Auch diese Berichte werden durch eine angeregte Aussprache wirkungsvoll ergänzt. [E 1324] Pt.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von Friedrich Kohlrausch. 15. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, G. B. Teubner. 832 S. m. 395 Abb. Preis 26 M.

Gegenüber der 14. Auflage dieses berühmten Werkes, die 1923 auf dem damals üblichen schlechten Papier gedruckt wurde, zeichnet sich die neue Auflage schon äußerlich durch die ganz vorzügliche Ausstattung aus. Zum Lobe des Inhaltes etwas zu sagen erübrigt sich; das Werk bringt nach wie vor alles für den Experimentator Wichtige in knappster und schärfster Fassung. In der neuen Auflage ist, um Platz zu sparen, die Fehlerrechnung kürzer behandelt, was ich bedauere. Trotzdem ist der Gesamtumfang des Werkes um 30 Seiten gestiegen, da vor allem den Fortschritten der Optik und Elektrizitätslehre Rechnung getragen werden mußte. [E 1330]
Berlin Max Jakob

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure. 17. Bd. Herausgeg. von C. Matschoß. Berlin 1927, VDI-Verlag. 180 S. 307 Textabb. u. 14 Bildnisse. Preis 16 M, für Mitglieder des V. d. I. 14,40 M.

In dem jetzt vorliegenden 17. Bande des technisch-geschichtlichen Jahrbuches des V. d. I. wird besonders die Geschichte der Elektrotechnik berücksichtigt, die drei Aufsätze und mehrere kleine Beiträge behandeln. Zu dem Gebiet des Maschinenbaues gehören Beiträge über die Erfindung der Druckmaschine, der Spinnerei- und Webereimaschinen und der Werkzeugmaschinen. Hierzu kommen Arbeiten, die uns mit den Anfängen der optischen Industrie bekanntmachen, und solche allgemein industrie- und wirtschaftsgeschichtlicher Art. In einer Zusammenstellung wird über „Technische Kulturdenkmäler" in Deutschland berichtet. Zahlreiche Abbildungen erleichtern auch dem Nichttechniker außerordentlich das Verständnis. Die Bildnisse machen uns mit Männern bekannt, die Träger des technischen Fortschritts waren. Sorgfältige Quellenangaben und die Literaturübersichten bei jedem Aufsatz ermöglichen es dem Leser, sich eine umfassende Kenntnis der Entwicklung eines technischen Sondergebietes zu verschaffen. Dem gleichen Zweck dient die 10 Seiten umfassende „Literaturschau" am Schluß des Buches, die auf neues in- und ausländisches Schrifttum mit technisch-geschichtlichem Inhalt hinweist. Vergl. a. Heft 11 S. 384 dieser Zeitschrift. [E 1317]

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 300. H.: **Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen.** Vorträge auf der 2. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung im Verein deutscher Ingenieure. Berlin 1928, VDI-Verlag. 71 S. m. 108 Abb. Preis 9 M.

Das Selbstkostenwesen auf Eisenhüttenwerken. Dargest. von K. Rummel. Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen. 87 S. Textbd. u. Tafelbd. Preis zus. 18 M.

Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen. Herausgeg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Bearb. von Karl Daeves. Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen. Ringbuch, Preis 24 M.

Mitteilungen des Hydraulischen Instituts der Technischen Hochschule München. Herausgeg. von D. Thoma. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 2. H. 73 S. m. 88 Abb. Preis 5,80 M.

Baujahrbuch. Jahrbuch für Wohnungs-, Siedlungs- und Bauwesen. Herausgeg. von Otto Glaß, Georg Klinke und Ed. Jobst Siedler. Berlin 1927, Otto Stollberg. 840 S. m. Abb. Preis 25 M.

Überblick über die Maßnahmen auf dem Gebiete des Wohnungs-, Siedlungs- und Bauwesens seit Mitte 1924. — Sammlung der Gesetze, Verordnungen und Erlasse des Reiches und der Länder. — Die technischen Grundlagen des wirtschaftlichen Wohnungsbaues. — Entscheidungen der Gerichte auf dem Gebiete des Wohnungs-, Siedlungs- und Bauwesens. — Übersicht über die wichtigste neuere Literatur. — Anschriften von Behörden und Organisationen.

Der neuzeitliche Straßenbau, 3. T.: Steinstraßen. Bearb. von Prof. Knipping. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 108 S. m. 72 Abb. Preis geb. 7,10 M.

Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. Herausgeg. von Fr. Syrup. 3. Bd. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 610 S. m. Abb.. Preis 3 Bde. 80 M.

Qualität und Betrieb. Von Arthur Lisowsky. Stuttgart 1928, C. E. Poeschel. 153 S. Preis 9,30 M.

Betriebswissenschaftliche Bücher, 4. Bd.: **Selbstkostenermittlung im Industriebetrieb.** Von A. Lischka. Berlin 1928, Georg Stilke. 73 S. Preis 2,50 M.

Deutsche Wirtschaftsbücherei, 6. Bd.: **Handbuch der Eisen- und Stahlwaren-Industrie.** Von Karl Moebius. Jg. 1928/29. Berlin und Leipzig 1928, Verlag für Börsen- und Finanzliteratur. 678 S. Preis 25 M.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

67ste Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Essen-Duisburg, 9. bis 11. Juni 1928

Sonnabend, den 9. Juni 1928

Versammlung des Vorstandsrates

Zeit: 8,30 Uhr **Ort: Krupp-Saal im Städtischen Saalbau Essen**

TAGESORDNUNG:

1. Eröffnung, Anwesenheitsliste, Ernennung zweier Schriftführer, Wahl von drei Beglaubigern der Niederschriften.
2. Geschäftsbericht der Direktoren.
3. Wahlen:
   a) des Vorsitzenden,
   b) eines Beigeordneten,
   c) Vorschläge für zwei Rechnungsprüfer und zwei Stellvertreter für die Prüfung der Rechnung 1928,
   d) der Mitglieder und Stellvertreter des Wahlausschusses,
   e) dreier Mitglieder des Kuratoriums der Ingenieurhilfe
4. Vorschläge für Ehrungen:
   a) Ehrenmitgliedschaft,
   b) Grashof-Denkmünze.
5. Änderung der §§ 3, 16 und 64 der Satzung.
6. Antrag des Herrn Volk betr. mittleres technisches Schulwesen.

7. Gesetzlicher Schutz der Berufsbezeichnung „Ingenieur“.
8. Besuchende Mitglieder. Einführung eines Leitsatzes 4 für die Prüfung der Aufnahmegesuche besuchender Mitglieder.
9. Richtlinien für die Altmitgliedschaft.
10. Vereinsabzeichen.
11. Zusammenfassung der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereinsarbeit.
12. Geschäftliches:
    a) Rechnung des Jahres 1927; Bericht der Rechnungsprüfer.
    b) Festsetzung des Beitrages 1929 für die in Deutschland wohnenden Mitglieder.
    c) Haushaltplan.
    d) Bericht über die Ingenieurnothilfe.
    e) Bericht des Kuratoriums der Ingenieurhilfe über das Jahr 1927.
    f) Ort der Hauptversammlung 1929.

Falls erforderlich, findet die Fortsetzung der Versammlung am 10. Juni, 11 Uhr statt.
Die Verhandlungen über etwaige von der Hauptversammlung an den Vorstandsrat zur endgültigen Beschlußfassung zurückverwiesene Beschlüsse (Satzung §§ 32 und 44) finden gegebenenfalls am 10. Juni 1928, 16 Uhr statt.

Sonntag, den 10. Juni 1928

Hauptversammlung

Geschäftliche Verhandlungen (nur für Vereinsmitglieder)

Zeit: 12 Uhr — Ort: Krupp-Saal im Städtischen Saalbau Essen

TAGESORDNUNG:

1. Geschäftsbericht der Direktoren.
2. Bericht der Rechnungsprüfer. Genehmigung der Rechnung des Jahres 1927 und Entlastung des Vorstandes.
3. Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellvertreter für die Rechnung des Jahres 1928.
4. Änderung der §§ 3, 16 und 64 der Satzung.
5. Entgegennahme und Besprechung des Berichtes über die Verhandlungen, Wahlen und Beschlüsse des Vorstandsrates.

Wissenschaftliche Verhandlungen

Zeit: 13 Uhr — Ort: Großer Saal im Städtischen Saalbau Essen

TAGESORDNUNG:

1. Eröffnungsansprache des Vorsitzenden.
2. Begrüßungen.
3. Ehrungen.
4. Vorträge:

Geh. Reg.-Rat Prof. Richard Riemerschmidt, Köln: Kunst und Technik.
Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe: Naturwissenschaft und Technik.

Wissenschaftliche Fachsitzungen

Freitag, den 8. Juni 1928

15 Uhr: Dampftechnik. — Schweißtechnik.

Sonnabend, den 9. Juni 1928

9 Uhr: Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen. — Verbrennungsmotoren. — Betriebstechnik.
15 Uhr: Vertrieb. — Ausbildungswesen. — Metallkunde.

Sonntag, den 10. Juni 1928

9 Uhr: Landwirtschaftstechnik. — Anstrichtechnik.

Technische Besichtigungen Montag, den 11. Juni 1928.

Das ausführliche Programm wird in den VDI-Nachrichten vom 11. April 1928 veröffentlicht.

Der Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure
K. Wendt.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 14. APRIL 1928 Nr. 15

Abb. 17. Gesamtansicht der neuen Brücke über den Rhein bei Wesel

Die neue Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Wesel

Von Reichsbahnrat Ehrenberg, Vorstand des Reichsbahn-Neubauamtes Wesel

Kurze Beschreibung der alten Brücke, von der die Strom- und Landpfeiler beibehalten worden sind. — Die neuen in St 48 ausgeführten Überbauten für die vier Stromöffnungen: innerlich statisch bestimmter durchlaufender Träger über zwei Öffnungen von je 104 m Stützweite. — Bauvorgang.

Als letzter deutscher Rheinübergang vor der holländischen Grenze vermittelt die zweigleisige Eisenbahnbrücke bei Wesel in der Strecke Wesel—Büderich (—Geldern) die Verbindung zwischen beiden Ufern des Rheinstroms. Das Bauwerk, das mit fast 2 km Gesamtlänge zugleich die längste deutsche Rheinbrücke ist, wurde in den Jahren 1872/74 errichtet. Die Strombrücke bestand aus vier Halbparabelträgern aus Schweißeisen von je rd. 102 m Stützweite, Abb. 1, an die sich beiderseits zahlreiche in Ziegel gewölbte Flutöffnungen und einzelne im Jahre 1907 erneuerte Blechträger anschlossen. Während die gut erhaltenen Flutöffnungen auch den heutigen an diese Strecke zu stellenden Anforderungen, Lastenzug G[1]), genügen, war die Auswechselung der Stromüberbauten, deren Verstärkung nicht mehr wirtschaftlich war, infolge der Zunahme der Verkehrslasten nicht mehr aufzuschieben. Die Reichsbahndirektion Essen entschloß sich daher im Jahre 1925 zu einem Neubau der Strombrücke, für deren Entwurf der Lastenzug N zugrunde gelegt wurde.

Da sich die Strom- und Landpfeiler auch für die höheren Eigengewicht- und Verkehrlasten als standsicher erwiesen, so daß sie bei tunlichst mittigem Kraftangriff beibehalten werden konnten und keiner Verstärkung bedurften, erstreckten sich die Bauarbeiten nur auf die Erneuerung der eisernen Überbauten. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, die Überbauten unter Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebes auszuwechseln, was zu einem technisch recht bemerkenswerten Bauvorgang führte.

Die Lieferung und Aufstellung der neuen Überbauten aus St. 48 wurden im Juli 1926 den Firmen Gutehoffnungshütte, Oberhausen, und August Klönne, Dortmund, gemeinsam übertragen, nachdem diese bereits im Januar 1926 mit den Vorarbeiten betraut waren. Beide Firmen übernahmen sämtliche Lieferungen je zur Hälfte. Die Gutehoffnungshütte bearbeitete auf Grund vorher ver-

[1]) Vorschriften für Eisenbauwerke der Deutschen Reichsbahngesellschaft, Berlin 1925; s. a. Z. Bd. 66 (1922) S. 891 u. 895.

Abb. 1
Die alten Überbauten der Weseler Rheinbrücke.

Abb. 2 bis 4. Systemskizze

Abb. 5 bis 14
Konstruktive Ausbildung des Hauptträgers.

der neuen Überbauten.

einbarter Systemanordnung den Sonderentwurf für die Überbauten, die Firma August Klönne den Zusammenbauvorgang einschl. Rüstungen und übernahm den Zusammenbau.

Der ausgeführte Entwurf

Der Kostenvergleich für mehrere Vorentwürfe, sämtlich in St 48, die von den bauausführenden Firmen und der Reichsbahnverwaltung gemeinsam bearbeitet wurden und sich auf die Untersuchung von Gerberträgern und Balkenträgern mit verschiedenen Trägerformen und -höhen erstreckten, führte schließlich zu der in Abb. 2 bis 4 dargestellten Ausführung eines innerlich statisch bestimmten durchlaufenden Trägers über zwei Öffnungen von je 104 m Stützweite in der Erkenntnis, daß dieser Träger für große Stützweiten zweckmäßig und auch neben dem Gerberträger wirtschaftlich ist. Die Standsicherheit der auf Rheinkies gegründeten und seit über 50 Jahren durchaus fest stehenden Pfeiler ließ keine Bedenken wegen irgendwie gefahrdrohender Stützensenkungen aufkommen. Auch durch das für später zu erwartende Vordringen des Bergbaues in diese Zone sind wegen der erheblichen Teufe der hier anstehenden Kohlenflöze auf Grund der Erfahrungen an andern Stellen nur geringe und gleichmäßige Bodensenkungen zu erwarten. Ohne auf die Bedeutung von Stützensenkungen beim durchlaufenden Träger hier näher einzugehen, sei nur bemerkt, daß im vorliegenden Fall eine Senkung der Mittelstütze z. B. um 50 mm Zusatzgurtspannungen von nur rd. 100 kg/cm² erzeugt, was einem Zuwachs von nur etwa 5 vH der für St 48 zulässigen Spannungen bedeuten würde.

Das Eisengewicht der Überbauten einschl. Besichtigungsstege am Obergurt und Lager beträgt knapp 4000 t. Die Stahlgußteile der Lager haben Einzelgewichte bis zu 10 t. In jeder Öffnung ist der Längsträgerstrang zweimal unterbrochen; dementsprechend sind je drei Bremsverbände angeordnet. Der Überbau jeder einzelnen Öffnung erhielt an beiden Enden aus Gründen, die sich aus dem unten beschriebenen Vorgang beim Zusammenbau erklären, ein Windportal. Hieraus entsteht über den Pfeilern 1 und 3, die die festen Auflager tragen, ein Doppelpfosten, der eine jedoch nur örtliche statische Unbestimmtheit erzeugt. Die konstruktive Ausbildung des Hauptträgers zeigen Abb. 5 bis 14. Der in Abb. 15 dargestellte Anschluß der Querträger an die Hauptträger ist geeignet, die Einspannmomente der Querträger sicher auf die Streben zu übertragen und unzulässige Verdrehungen des Untergurts zu verhindern. Je zwei einzelne Überbauten wurden zu einem durchlaufenden Träger durch Vernietung der gezogenen Obergurte verbunden, während man bei den Untergurten auf eine Vernietung verzichtete, da hier nur Druckkräfte übertragen werden; zwischen den bearbeiteten Untergurtquerschnitten wurden Druckplatten aus Stahlguß eingeschaltet. An den Obergurten wurden Prüfsteige angeordnet, s. Abb. 16, die sich schon bei den Zusammenbauarbeiten als sehr zweckmäßig erwiesen. Für die Prüfung der Untergurte und der Fahrbahn ist in jeder Öffnung ein Untersuchungswagen in der üblichen Anordnung angebracht. Die Schienenstöße sind geschweißt; über den Landwiderlagern und in Brückenmitte wurden Schienenauszüge angeordnet.

Die gewählte Trägerform als sogenannter Rautenträger befriedigt in schönheitlicher Beziehung, welchen Standpunkt man auch einnehmen möge, Abb. 17 (S. 485), und hat wegen der in günstigem Verhältnis stehenden Trägerhöhe zur Feldweite und Brückenbreite eine vorzügliche Raumwirkung, Abb. 16, die in wohltuendem Gegensatz steht zu dem Stabgewirr der alten Überbauten, Abb. 18. Der obere Windverband paßt sich in Form und Durchbildung den Hauptträgern an. Der etwas harte Übergang von der Strombrücke zu den Flutbrücken wird dadurch gemildert, daß man die ersten Flutöffnungen durch Anlage

Abb. 16
Durchblick durch die neuen Überbauten.

Abb. 15
Anschluß des Querträgers an den Hauptträger.

von rd. 1,8 m hohen Brüstungsmauern und einiger bescheidener Brückenhäuschen, die aus andern Gründen ohnehin erforderlich waren, leicht betont hat. Obergurt und Streben haben einen grünen, Untergurt und Geländer einen schwarzen Anstrich erhalten.

Bauvorgang

Von besonderem Interesse ist der Bauvorgang, der im wesentlichen durch die Rücksichtnahme auf die Erfordernisse der Rheinschiffahrt festgelegt war. Die Rheinstrombauverwaltung verlangte, daß die beiden nach Wesel zu liegenden Stromöffnungen III und IV wegen der hier äußerst regen Schiffahrt stets von allen Gerüsteinbauten freizuhalten waren, wogegen die Öffnungen I und II eingerüstet werden durften; während der Wintermonate mußten jedoch auch diese, um einen ausreichenden Durchflußquerschnitt für die Abführung des H.-W. zu wahren, völlig frei sein. Hiernach wurde der Bauvorgang so entworfen, daß die neuen Überbauten I und II neben den bestehenden alten auf festen Gerüsten aufgebaut und seitlich eingeschoben wurden, während die neuen Überbauten III und IV nach ihrem Zusammenbau auf Gerüsten in der Öffnung II nach den Öffnungen III und IV verschwommen wurden, dort zunächst auf Pfahljochen neben den alten Überbauten III und IV abgesetzt und dann ebenso wie I und II seitlich eingeschoben wurden.

Abb. 18
Durchblick durch einen der alten Überbauten.

Die Bauteile, deren Stückgewichte bis zu 23 t betrugen, wurden auf dem Wasserweg herangeführt und von einem Schwenkkran auf dem Gerüstboden abgelegt, wo zwei längs laufende Portalkrane sie aufnahmen und einbauten. Der Zusammenbau jedes einzelnen Überbaues mit rd. 1000 t Eisengewicht beanspruchte etwa 3½ Wochen, das Schlagen der rd. 50 000 Baustellenniete jedes Überbaues rd. vier Wochen.

Der Bauvorgang ist in der Übersichtskizze, Abb. 19 bis 27, dargestellt. Die Arbeiten auf der Baustelle begannen im Herbst 1926 mit dem Zusammenbau des Überbaues I auf Gerüsten stromabwärts neben dem alten Überbau I. Nach dem Freisetzen des fertig abgenieteten Überbaues wurden die Rüstungen im Dezember 1926 entfernt; der Überbau wurde nur an seinen Enden auf den Verschiebeträgern abgestützt, die auf kräftigen, in den Pfeilerachsen gerammten Pfahljochen ruhten, Abb. 19 und 20. Im März 1927, nachdem die Hochwassergefahr als beseitigt angesehen werden konnte, wurden die Gerüste stromabwärts in der Öffnung II wieder aufgebaut, jedoch in doppelter Breite, so daß hier zwei der neuen Überbauten nebeneinander Platz fanden, Abb. 20. Während Überbau II abgenietet wurde, wurde daneben bereits Überbau IV aufgestellt, Abb. 21. Gleichzeitig wurden die Vorbereitungen für das **Verschieben der Überbauten I und II** getroffen, die vor ihrer Einschiebung zu durchlaufenden Trägern zu verbinden waren. Das Einschieben der einzelnen Überbauten **nacheinander** hätte erfordert, daß die Verbindung beider Überbauten in der Mitte während des Betriebes hätte hergestellt werden müssen, was, wie die Erfahrung gelehrt hat, nicht ohne mehrtägige Sperrung der Strecke möglich gewesen wäre.

Da die beiden Überbauten I und II je für sich als Balkenträger aufgestellt worden waren, bogen sie sich durch, wie in Abb. 28 übertrieben angedeutet. Um sie in spannungslosem Zustande verbinden zu können, wurden die Enden angehoben, bis die beiden mittleren Pfosten beider Überbauten genau parallel standen, Abb. 29. Das Maß der Anhebung betrug rechnungsmäßig je 254 mm und stimmte mit der Wirklichkeit annähernd überein. Das Richtiglegen beider Überbauten, die vorher auf ihre Verschiebewagen gesetzt waren — jeder Überbau ruhte auf vier achträdrigen Wagen, Abb. 30 —, war so verhältnismäßig einfach. In dem Zustande mit angehobenen Enden, Abb. 29, in dem die Obergurte in der Mitte vernietet wurden, verschob man auch die Überbauten. Auf diese Weise waren die Verschiebewagen wie auch die Verschiebeträger und Rüstungen gleichmäßig belastet.

Die alten Überbauten wurden kurz vor dem Verschieben um rd. 70 cm angehoben, so daß ihre Verschiebewagen — für jeden Überbau vier vierrädrige Wagen — untergeschoben werden konnten, die mit denen der neuen Überbauten gekuppelt wurden. Das Ausfahren der alten und Einfahren der neuen Überbauten geschah gleichzeitig, so daß rd. 3600 t auf einmal bewegt wurden. Zum Antrieb dienten vier Handwinden von je 15 t Zugkraft an der Trommel, die von je sechs Mann bedient wurden. Der Verschiebeweg von rd. 14 m wurde in etwa 5½ h zurückgelegt. Die genau gleichmäßige Bewegung sämtlicher Verschiebewagen, die hier naturgemäß von größter Wichtigkeit war, wurde überwacht durch an den Verschiebewagen angebrachte elektrische Kontaktvorrichtungen, die durch Einfallen in die Zähne einer an den Verschiebeträgern befestigten Zahnstange elektrische Glühlampen in bestimmten der Zahnteilung entsprechenden Zeitabständen zum Aufleuchten und Verlöschen brachten.

Die Auflagersteine für die neuen Überbauten waren vor der Verschiebung hergestellt, was dadurch ermöglicht wurde, daß die alten Überbauten nach Einziehen einer Hilfsstrebe auf behelfsmäßige Auflagersteine abgestützt wurden, Abb. 31. Die unteren Lagerkörper konnten so vor der Verschiebung verlegt werden; die oberen Lagerkörper wurden an den Überbauten angehängt und mit diesen verschoben, s. Abb. 30.

Die ausgefahrenen alten Überbauten wurden auf Gerüsten abgebrochen, die stromaufwärts erbaut waren, Abb. 20.

Die Verschiebung beanspruchte zwei Tage. Während dieser Zeit war die Strecke gesperrt; Güterzüge wurden umgeleitet, Personen und Gepäck mit Autobus zwischen Wesel und Büderich befördert.

Nach dem Einschieben der ersten Brückenhälfte wurde auf dem dadurch freigewordenen Platze des Gerüstes in der Öffnung II der Überbau III zusammengebaut, Abb. 21.

Für das **Verschwimmen der Überbauten III und IV** standen vier Kähne von je rd. 950 t Tragfähigkeit zur Verfügung, die, zu je zweien gekuppelt, besonders ausgerüstet wurden. Da die Kähne für gleichmäßig verteilte Belastung gebaut waren, wie für Lastkähne im allgemeinen die Regel ist, wobei Last und Auftrieb sich ungefähr ausgleichen, mußte die Anordnung des Gerüstes so getroffen werden, daß das Gewicht der Überbauten gleichmäßig auf die Kahnböden verteilt wurde. Die Hauptstreben verteilten die Last auf etwa ⅗ des belastungsfähigen Schiffsbodens. In den überstehenden Enden wurde der Auftrieb durch Sandballast sowie mit je nach dem Belastungsfall bemessenen Wasserballast ausgeglichen. Für

Abb. 19 bis 27. Bauvorgang.

das Füllen und Entleeren der Schiffsgefäße waren in jedem Schiffspaar elektrisch angetriebene Kreiselpumpen von 300 m³/h Leistung eingebaut; der Strom wurde mittels Kabels von der Brücke her zugeführt. In den Zusammenbaurüstungen waren durch eiserne Hilfsträger überbrückte Öffnungen vorgesehen, Abb. 19, in die nach Ausbau der Hilfsträger die schwimmenden Rüstungen eingefahren wurden.

Die Überbauten wurden nach dem Grundsatz der Gierfähre verschwommen, der von der Firma August Klönne vorgeschlagen und von ihr beim Bau der Donaubrücke bei Neusatz erprobt war. Die Schiffspaare wurden durch je zwei kräftige Drahtseile an Handwinden gehalten, die auf der Brücke aufgestellt waren. Nachdem sich der zu verschwimmende Überbau durch Auspumpen der Kähne von den Zusammenbaugerüsten abgehoben hatte, wurde er zu-

Abb. 28
Durchbiegung der einzelnen Überbauten als Träger auf zwei Stützen.

Abb. 29
Zustand bei Herstellung der Verbindungen in der Mitte und bei der Einschiebung (Enden angehoben).

Abb. 30
Verschiebewagen für die neuen Überbauten.

nächst durch Nachlassen sämtlicher Halteseile etwa 200 m stromab gelassen, um von den Gerüsten freizukommen. Nach Anbringen zahlreicher Drahtseilverspannungen, durch die der Überbau mit den Kähnen zu einem einheitlichen Ganzen, einer „Fähre“ verbunden wurde, brachte man diese durch Anziehen und Nachlassen der entsprechenden Halteseile in Gierstellung, so daß sie durch den Strom seitlich gedrückt wurde, Abb. 32. Die stromabwärts hinter die Kähne gelegten Dampfer dienten nur zum Bugsieren. Nachdem die Endstellung — stromabwärts vor der entsprechenden Öffnung — erreicht war, wurde der schwimmende Überbau dicht an die Brücke herangezogen und durch Vollpumpen der Kähne auf seine Verschiebewagen abgesetzt, die ebenso wie bei Überbau I und II auf den in den Pfeilerachsen auf Pfahljochen gelagerten Verschiebeträgern standen, Abb. 22 und 23.

Das Verschwimmen der Überbauten III und IV im September dauerte je einen Tag, an dem die Rheinschifffahrt gesperrt war.

Die weiteren Arbeiten bei der Auswechselung gegen die alten Überbauten III und IV, die Anfang Oktober stattfand und womit die neue Brücke in Betrieb genommen war, entsprachen den bei der Auswechselung der Überbauten I und II beschriebenen Vorgängen, Abb. 23.

Die ausgeschobenen alten Überbauten III und IV wurden nacheinander mit Hilfe der schwimmenden Rüstungen mit Dampfern nach dem Abbruchgerüst in der Öffnung II verschwommen, Abb. 23 bis 25. Ihr Abbruch sowie die

Abb. 31
Alter Überbau mit eingezogenen Hilfsstreben *a* und verschobenen Auflagern *b*.

Beseitigung der Gerüste war bis Ende des Jahres 1927 im wesentlichen abgeschlossen.

Die Gesamtbauzeit bis zur Inbetriebnahme der vollständig fertiggestellten neuen Brücke betrug somit nur 13½ Monate; die Restarbeiten des Abbruchs der alten Überbauten und der Beseitigung der Gerüste beanspruchten weitere zwei Monate. Die Gesamtkosten beliefen sich auf rd. 3 Mill. RM. [B 1185]

Abb. 32
Einschwimmen des neuen Überbaues IV; der neue Überbau III steht noch auf dem Zusammenbaugerüst.

Die Hochdruck-Spiralturbinen der Anlagen Arnstein in Steiermark und Tepexic in Mexiko

Von Dipl.-Ing. Gg. von Troeltsch, Heidenheim

Lage und allgemeine Verhältnisse der zwei Kraftwerke mit 246 m und 210 m Rohgefälle. Gründe für Wahl von Francis- statt Freistrahlturbinen, von liegenden statt stehender Wellen. Beschreibung der Turbinen für 15200 PS und 21300 PS größte Leistungen mit fliegend angeordneten Laufrädern. Ergebnisse der Abnahmeversuche in der mexikanischen Anlage. Allensches, mit Salzlösung arbeitendes Meßverfahren für die Wassergeschwindigkeit.

Die Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-Akt.-Ges. in Graz hat sich in weitschauendem Plane die Ausnutzung der reichen in Steiermark noch unausgenutzten Wasserkräfte für die Elektrizitätsversorgung zur Aufgabe gemacht. Im Hinblick darauf, daß die bis 1924 ausgebauten Kraftwerke keine nennenswerte Speichermöglichkeit haben, erschien es wichtig, zunächst ein Spitzenkraftwerk zu bauen. Dazu bot sich günstige Gelegenheit im gefällereichen Tale der Teigitsch, eines Zubringers der Mur, wo in einem ersten Ausbau ein Becken mit 300 000 m³ nutzbarem Stauraum geschaffen und ein weiterer Ausbau mit einer höherliegenden, 16 Mill. m³ Wasser fassenden Talsperre und mit noch einigen andern Speichern ins Auge gefaßt werden konnte, Abb. 1.

Das zunächst gebaute Teigitsch-Kraftwerk Arnstein liegt 20 km westlich von Graz und nur wenige Kilometer südöstlich des kohlen- und gewerbereichen Gebietes Köflach-Voitsberg im Kainachtal. Es wird aus dem Becken der Langmannsperre gespeist, das bei Wasserführung bis 4 m³/s zum Wochenausgleich, für größere Wassermengen als Nachtspeicher dient. Die späteren Sperren werden den Jahresausgleich ermöglichen.

Die bei der Langmannmühle errichtete Sperre ist als Schwergewichtsmauer in Beton für 15 m Stauhöhe ausgeführt. In der Mitte ihrer 85 m langen Krone sind zum Hochwasserablaß zwei Stauklappen von je 9 m Breite und 1,75 m Höhe angebracht. Daneben befindet sich ein Grundablaß mit 5 m breiter und 3,5 m hoher Sektorschütze. Der Einlaufturm ist vor der Mauer in das rechtsseitige Ufer eingebaut. Ein Grobrechen, zwei Dammbalkenverschlüsse und aufziehbare, korbförmige Feinrechen, sowie zwei Rollkeilschützen von 2,8 m Höhe und je 1,6 m Breite sind die Ausrüstung der Einlaufkammern, die in den 5,2 km langen Druckstollen von 2,6 m Dmr. übergehen. Das Stollenende steht bei gefülltem Staubecken unter 35 m Wasserdruck und mündet in das rd. 40 m hohe Wasserschloß. Dieses hat einen 3 m weiten Steigschacht, einen 50 m langen unteren Vorratstollen und einen 9,5 m hohen oberen Behälter von 14 m Dmr. nebst Steigrohr. Diese Form wurde bald darauf auch dem Wasserschloß der Anlage Partenstein[1]) zugrunde gelegt; sie erreicht mit erheblich geringerem Aufwand von Fels- und Betonarbeit raschere Anpassung der Wassergeschwindigkeit im Stollen an den wechselnden Wasserbedarf und bessere Dämpfung der Spiegelschwankungen im Wasserschloß als die früher üblichen in der Hauptsache zylindrischen Wasserkammern.

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1485.

Der Druckstollen setzt sich noch 140 m weiter fort und geht in ein eisernes Hosenrohr für die zwei Druckrohrstränge über, von denen für den ersten Ausbau nur einer verlegt ist. Die 720 m lange Druckleitung besteht aus genieteten Blechrohren von 1970 bis 1500 mm Dmr. bei 10 bis 28 mm Wanddicke. Von der Verteilleitung außerhalb des Maschinenhauses führen schräge Stutzen und kegelförmige Rohre zu den durch Druckwasser betätigten Turbineneinlaufschiebern von 0,9 m Dmr.

Das Rohgefälle beträgt 245,8 m, das höchste Nutzgefälle für eine Turbine 244 m. Diese Druckhöhe hätte die Anwendung von Freistrahlturbinen nahe gelegt. Die Entwürfe ergaben jedoch, selbst für zweirädrige Freistrahlturbinen mit vier Düsen, im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Turbine eine Beschränkung der Leistung auf je 9000 PS, so daß für den Vollausbau fünf Maschinensätze erforderlich geworden wären, die ein großes, in dem engen Tal schwer unterzubringendes Maschinenhaus und hohe Kosten verursacht haben würden. Mit Francis-Spiralturbinen konnte man jedoch 15 000 PS Einzelleistung erreichen und den Vollausbau mit nur drei Maschinensätzen ins Auge fassen. Außerdem nutzt das Saugrohr der Francisturbine auch den unter ihr liegenden Teil des Gefälles aus, der mit Rücksicht auf gelegentlich hohe Wasserstände im Untergraben nicht zu knapp bemessen werden durfte und bei Freistrahlturbinen verloren gewesen wäre.

Francisturbinen für so hohes Gefälle waren bis damals noch nirgends in Betrieb. Immerhin hatte die Firma J. M. Voith, Heidenheim, schon Doppelspiralturbinen von großen Leistungen für rd. 200 m Gefälle gebaut. Hier mußten freilich, um die gewünschte Schluckfähigkeit und Drehzahl mit guten Wirkungsgraden zu vereinigen, statt Doppelradturbinen einseitig ausgießende Turbinen gewählt werden, die bei hohen Gefällen im Hinblick auf den Wellenschub besondere Sorgfalt erheischen.

Diesen von dem St. Poeltener Voithwerk gebauten Teigitsch-Turbinen ähnlich ist die im Jahre 1926 von Heidenheim aus gelieferte 21 300 PS-Turbine für die An-

Abb. 1
Längen- und Höhenplan der Wasserkraftanlagen an der Teigitsch.

Abb. 2
Hochdruck-Francis-Spiralturbine von 15 250 PS für das Teigitsch-Kraftwerk Arnstein.

lage Tepexic am Necaxa-Fluß in Mexiko, die daher in die weitere Besprechung mit einbezogen werden soll. Die Anlage liegt 5 km unterhalb des älteren Kraftwerkes Necaxa I der Mexican Light and Power Co. in Mexiko, die ihr Wasser aus einem 34 Mill. m³ fassenden Stauweiher mit einem 56 m hohen Erddamm erhält. Das Unterwasser des Kraftwerks wird mittels Stollen von mehreren Kilometern Länge der Anlage Tepexic zugeführt. Der Oberwasserspiegel dieser Anlage befindet sich 893 m über dem Meere, der Unterwasserspiegel auf Höhe 683 m, woraus sich ein Rohgefälle von 210 m ergibt. Drei Druckrohre von je 600 m Länge und 1850 bis 1670 mm Dmr. führen das Wasser dem Krafthaus zu. Es waren zunächst zwei ähnliche Turbinen einer nordamerikanischen Turbinenfabrik aufgestellt worden, die jedoch Schwierigkeiten bereiteten. Auf das schon bestehende Fundament für die dritte Maschineneinheit war bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen.

Im folgenden sind die Hauptangaben der Turbinen beider Anlagen einander gegenübergestellt.

		Teigitsch	Tepexic
Konstruktionsgefälle	m	225	193
Wassermenge	m³/s	5,5	9,65
Drehzahl	Uml./min	750	600
Leistung	PSₑ	15 250	21 300
Spiralgehäuse		einteilig	dreiteilig
„ , größter Dmr.	m	3,50	5,00

Die beiden Anlagen haben Spiralturbinen mit wagerechten Wellen, Abb. 2 bis 5. Während bei Niedrig- und Mittelgefällewerken die liegende Anordnung von der stehenden Welle in erheblichem Maß verdrängt wird, und zwar teils aus örtlichen und baulichen Gründen, teils im Hinblick auf den Wirkungsgrad, liegen bei Hochdruckwerken nicht immer zwingende Gründe vor, die Vorteile der liegenden Wellenanordnung aufzugeben. Die hohen Drehzahlen bei hohen Gefällen vermindern die Abmessungen der Turbinen und der elektrischen Stromerzeuger so weit, daß der Raumbedarf wohl selten die liegende Anordnung verbieten dürfte. Freilich, bei so beschränktem Bauplatz und tiefer Lage des Unterwasserspiegels unter dem Gelände, wie in dem erwähnten Werk Partenstein, oder wenn gelegentlich starkes Ansteigen des Unterwassers eine hohe Lage der elektrischen Maschinen über der Turbine verlangt, dann ist die stehende Welle unerläßlich.

Die Anordnung eines Maschinensatzes in mehreren Stockwerken ist ungünstig. Wenn aber auf der gleichen langen Welle außer Turbine und Stromerzeuger noch eine Hochdruckpumpe und ausrückbare Kupplungen Platz finden sollen, wie es bei den jetzt in Aufnahme kommenden Pumpspeicheranlagen der Fall ist, dann wird der senkrechte Aufbau sehr verwickelt und teuer. Die Bedienung einer solchen Maschinengruppe ist unbequem, wogegen die liegende Anordnung sich durch Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit während des Betriebes sowie durch leichte Handhabung und größere Unabhängigkeit der einzelnen Teile voneinander bei dem Zusammenbau und der Instandhaltung auszeichnet.

Eine tiefe Lage des Maschinensatzes ist um so mehr anzustreben, je höher das Gesamtgefälle ist, weil mit diesem die Austrittgeschwindigkeit des Wassers aus dem Laufrad wächst. Das Zusammentreffen großer Austrittgeschwindigkeit und beträchtlichen Sauggefälles kann den Wasserdruck am Laufradaustritt so weit verringern, daß das Auftreten von Störungen begünstigt wird. Dies sind vor allem die bei Hochdruckturbinen jeglicher Herkunft schon vorgekommenen störenden Geräusche und Erzitterungen, sowie etwaige Anfressungen und Wirkungsgradeinbußen. Beim Vermeiden zu hohen Sauggefälles und bei sorgfältiger Beachtung der hydraulischen Vorgänge kann man solchen Störungen vorbeugen oder sie zum mindesten durch geeignete Vorkehrungen beseitigen. Bei der großen Turbine Tepexic waren irgendwelche Nachhilfen nicht erforderlich, ihr ruhiger Gang befriedigte von Anfang an vollkommen.

Ferner wird der liegenden Anordnung vorgeworfen, daß sie geringere Wirkungsgrade aufweist als das ohne Krümmer in das Saugrohr ausgießende Laufrad am Ende der stehenden Welle. Der Unterschied ist indessen gering, bei Hochdruck jedenfalls viel geringer als bei Mittel- und Niederdruck. Das Bestreben, ihn noch weiter herabzudrücken und gleichzeitig den Preis zu verringern, führte bei beiden Anlagen zur Anordnung fliegender Laufräder, so daß im Saugkrümmer keine Wellenverlängerung die Wasserströmung stört. Die mit dieser Konstruktion erreichten Wirkungsgrade sind aus den Abnahmeversuchen in Tepexic ersichtlich. Im Teigitsch-Kraftwerk Arnstein konnten leider aus betriebswirtschaftlichen Gründen bis jetzt keine Abnahmeprüfungen vorgenommen werden.

Abb. 3 zeigt einen Schnitt durch die Spiralturbine des Werkes Arnstein. Die Spiralgehäuse und die in beiden Anlagen einteiligen Versteifungs- und Übergangsringe und andere, den hohen Drücken und der Abnutzung durch etwaigen Sandgehalt des Wassers ausge-

Abb. 4
Hochdruck-Francis-Spiralturbine von 21 300 PS für Tepexic nebst Grundrahmen und Welle des Stromerzeugers.

Abb. 3
Schnitt durch eine Turbine des Elektrizitätswerkes Arnstein.

Abb. 6
Wirkungsgrade der Voith-Turbine in Tepexic nach den Ergebnissen der Abnahmeversuche.

setzten Teile sind aus Stahlguß. Die sämtlichen Laufräder sind aus einer Sonderbronze, die Leitschaufeln mit ihren beiderseitigen Zapfen aus Stahl gegossen. Die Drehschaufelzapfen sind in Bronzebüchsen geführt und gedichtet, ihren Laufflächen kann auch während des Betriebes Schmierfett zugeführt werden. Die am Regulierring gelenkig befestigten Hebel der Schaufelzapfen bestehen aus zwei durch einen Bruchbolzen verbundenen Teilen, so daß die Leitschaufeln gegen Beschädigung durch allenfalls sich einklemmende Fremdkörper gesichert sind.

Die Leitradflanken, die Ringspalten zwischen diesen und dem Laufrad, der Gehäusedeckel und die Krümmerseite des Gehäuses sowie der Saugkrümmer selbst sind durch Schutzringe, Schilde und Futter gegen den Angriff des Wassers geschützt. Diese sind aus Stahl, Stahlguß, Bronze oder Gußeisen und so gestaltet und befestigt, daß sie im Falle etwaiger Auswaschungen ohne weitgehenden Abbau herausgenommen und durch neue ersetzt werden können.

Die Laufräder der Turbinen und die Magneträder der elektrischen Stromerzeuger wurden im Hinblick auf die hohen Betriebsdrehzahlen und die Durchgangsdrehzahl, die bis zum 1,8fachen der normalen ansteigt, sorgfältig ausgewuchtet. Die kritische Drehzahl der Welle und der mit ihr umlaufenden Massen muß selbstverständlich wesentlich höher liegen. Einer der Stromerzeuger des Teigitsch-Werkes ist von den Siemens-Schuckertwerken in Österreich, der andere von der Elin, A.-G. für elektrische Industrie, Weiz und Wien, geliefert worden[2]).

Die Maschineneinheiten beider Werke haben keinerlei Turbinenlager, vielmehr sind bei Arnstein die Laufräder an einem mit der Welle des Stromerzeugers starr gekuppelten Wellenstumpf, bei Tepexic mit dem Endflansch der Welle des Stromerzeugers verschraubt. Von der Wellenlagerung wurde mit den Teigitsch-Turbinen nur das Bocklager von 300 mm Bohrung geliefert, das auf der Turbinenseite des Grundrahmens des Stromerzeugers sitzt und woran eine Umlaufpumpe für Öl angebaut ist. Mit der Turbine Tepexic, Abb. 4 und 5, jedoch hatte Voith auch die 7,2 m lange und bis zu 540 mm dicke Welle, den vierteiligen Grundrahmen des Stromerzeugers, den die General Electric Co., Schenectady (V. St. v. A.), gebaut hat, und die beiden Bocklager von 400 mm Bohrung zu liefern. Das turbinenseitige Lager wurde hier ebenso wie bei Arnstein als Achsdrucklager mit einzeln beweglichen Spurplatten ausgeführt. Außer der Schmierung der Lager mit wassergekühltem Öl durch einen mit der Welle verbundenen Schmierring oder den Druckring der Welle ist im Hinblick auf die hohe Sommertemperatur in Mexiko Wasserkühlung der Lagerschalen und eine sehr ausgiebige Ölspülung aus einem höherstehenden Behälter vorgesehen. Das Kühlwasser der Schmierölkühler wird der Druckleitung entnommen. Die Anlage Tepexic hat zwei Ölumlaufpumpen mit elektrischem Antrieb. Zur Überwachung der Öl- und Lagerwärme sind an den Turbinenlagern Thermometer angebracht.

Die sämtlichen Turbinen haben freistehende Geschwindigkeits- und am Gehäuse mit Flanschen befestigte Druckregler, deren Hilfszylinder mit Drucköl aus je einer zur Turbine gehörenden Ölpumpenanlage gespeist werden.

Abb. 5
Maschinensatz im Tepexic-Kraftwerk am Necaxa-Fluß in Mexiko.

Im Februar 1927 fanden in Tepexic die Abnahmeversuche statt. Abb. 6 zeigt, daß die Wirkungsgrade bis zu 91 vH ansteigen und auch bei 40 vH der Vollast noch über 80 vH betragen. Der Berechnung dieser Werte aus den Meßergebnissen hat man einen Wirkungsgrad des Stromerzeugers von 98 vH, im Höchstbetrag sogar von 98,42 vH zugrunde gelegt. Ist dieser zu hoch, und nach europäischen Erfahrungen dürfte es um mindestens 1 vH der Fall sein, so ergibt die Berichtigung einen um ebensoviel höheren Turbinenwirkungsgrad, also etwa 92 vH.

Die Wassermenge wurde vom Ingenieur der Gesellschaft nach dem von C. M. Allen eingeführten Wassergeschwindigkeits-Meßverfahren mittels Salzlösung bestimmt. Im Punkte *a* der Rohrleitung, Abb. 7, wurden durch ein Stoßventil rd. 20 l mit 10 vH Salzgehalt

[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1412 mit einer Abbildung des Maschinensaales.

Abb. 7
Meßeinrichtung für die Wassergeschwindigkeit in der Druckrohrleitung Tepexic.

Entfernung der Meßstellen:
a bis b 177,35 m
c „ d 208,60 „

unter 7 at Überdruck eingespritzt. Die dadurch gebildete Wolke salzreichen Wassers umströmt bei b das erste, bei c das zweite Paar der in gekreuzten Durchmessern eingebauten Elektroden. Der Zeitpunkt der Einspritzung und des Durchgangs der Sole bei b und c wird durch den Ausschlag eines Galvanometers auf einem in Halbsekunden markierten Papierstreifen verzeichnet. Der Durchfluß der Salzlösung dauerte bei b rd. 12 s, bei c rd. 15 s, dabei konnte der Schwerpunkt der Diagrammfläche genügend genau bestimmt werden. Die Zeitspanne von a bis b betrug 48 s, von b bis c 55,5 s, und zwar für einen Versuch bei voller Belastung, also hoher Wassergeschwindigkeit. Nur bei genügendem Abstand der Meßstellen von der Einspritzstelle ist das Meßverfahren mittels Salzlösung zuverlässig. Überdies wurden für jede Belastung Einzelversuche mit 4 bis 8 Einspritzungen vorgenommen und das Mittel aus ihren Ergebnissen genommen. Die Drucksteigerungen in der Rohrleitung bei Belastungsänderungen blieben unterhalb der gewährleisteten Grenze. [B 1097]

Fördergeräte und Fördergefäße mit Aluminiumfutter

Beim Kippen der mit nassem und klebrigem Inhalt gefüllten großen Kippkasten pflegt dieser sehr schlecht herauszurutschen, so daß vielfach nachgeholfen werden muß. Man schlägt daher gegen die Wände oder die Unterkante des Kastens, um die Massen durch Erschüttern zu lösen, oder einzelne Arbeiter klettern in die Wagen, um den festsitzenden Inhalt herauszuschaufeln. Den bei dieser Arbeit vorkommenden Unfällen vorzubeugen und den durch die Hilfsarbeiten bedingten Zeitverlust auszumerzen, bezweckt eine Erfindung[1]), die sich die Affinität des Aluminiums zum Öl zunutze gemacht hat und diese Eigenschaft des Aluminiums — feinste Ölteilchen auf seiner Oberfläche festzuhalten und diese so wasserabweisend zu machen — verwertet. Die mit dem nassen Fördergut in Berührung kommenden Flächen werden daher zur Verhütung des Anklebens und Anfrierens mit einem Belag aus Aluminium gefüttert.

Abb. 1
Querschnitt durch einen Eisenbahnwagen mit Bodenfläche a in Kippstellung.

Abb. 2
Querschnitt durch einen Eimerketten-Tiefbagger.
a, b Schüttrumpf c Schüttklappen

Abb. 1 zeigt einen Querschnitt durch einen eisernen Kippwagen in Kippstellung. Die in dieser Kippstellung schrägstehende Bodenfläche a ist zur Vermeidung des Anklebens der Fördergutes mit Aluminiumblech belegt. Abb. 2 stellt einen Querschnitt durch einen Eimerketten-Tiefbagger dar. Die Wandungen des Schüttrumpfes a und b und die Schüttklappen c sind mit Aluminiumblech gefüttert. Auch die Innenflächen der Baggereimer werden zweckmäßig in derselben Weise ausgekleidet.

Eine Fütterung mit Aluminiumblech kommt ferner noch bei Greifergeräten, bei Löffeln und Eimern von Löffel- und Eimerbaggern, sowie auch bei feststehenden geneigten Bodenrutschflächen, Plattenbandförderern usw. in Frage.

Bei der Auskleidung von Baggergeräten ist darauf zu achten, daß die Kante des Aluminiumbleches zurückgesetzt wird; z. B. wird man bei Löffelbaggern das Aluminiumblech zweckmäßig unter die Messerschneide des Löffels schieben oder durch eine passende Eisenleiste schützen. Bei der Auskleidung der Wagenkasten ist darauf zu achten, daß das eiserne Bodenblech mindestens 6 mm dick sein muß, damit seine Eigenbewegungen möglichst gering sind und sich nicht auf das aufgenietete Aluminiumblech übertragen.

Die ersten mit Aluminiumblech ausgerüsteten Kastenwagen laufen seit Januar 1925. Beim Betrieb hat sich gezeigt, daß, gegenüber den nicht mit Aluminiumblech gefütterten Wagen, die Kippzeit um die Hälfte und mehr verkürzt wurde. Unfälle kamen nicht vor, da die Leute ja gar keiner Gefahr mehr ausgesetzt waren. Der Verschleiß des Aluminiums ist dabei sehr gering gewesen. Nach zweijähriger Laufzeit im Tag- und Nachtbetrieb war die vordere Kante des Bodenbelags etwas ausgefranst, und die übrigen Flächen waren weniger als ½ mm abgenutzt.

Die Schwierigkeiten, die sich zuerst bei der Aufnietung des Aluminiumbleches auf das eiserne Bodenblech einstellten, sind jetzt behoben worden. Man nietet neuerdings auf warmem Wege, da man jetzt aus Aluminiumlegierungen Niete herzustellen vermag, die sich warm verarbeiten lassen. Auf diese Weise kann man die Bleche viel besser als zu Anfang am Wagenboden befestigen.

Gegen die stärkere Abnutzung der vorderen Kante hat man inzwischen in der Weise Abhilfe geschaffen, daß nur noch die hintere Hälfte der Bodenfläche mit Aluminiumblech belegt wird. Nach den angestellten Versuchen hat sich diese Maßnahme als vollkommen ausreichend erwiesen, da die von hinten kommenden Massen die vorderen beim Kippen mitreißen.

Nach den bisherigen Erfahrungen kann mit einer Lebensdauer von mindestens fünf Jahren für einen solchen Wagenbelag gerechnet werden, so daß für einen normalen Wagen von 5 m³ Inhalt bei rd. 100 RM Ausrüstungskosten jährlich höchstens 30 RM für die Ausrüstung und eine geringe Lizenzgebühr zu rechnen sind. Diesen Aufwendungen stehen gegenüber Ersparnisse an Kippzeit, die es ermöglichen, daß der Bauzug innerhalb der achtstündigen Schicht eine Fahrt vom Bagger zur Kippe und zurück mehr ausführen kann, sowie an anzusetzenden Arbeitskräften zum vollständigen Leermachen der Wagen.

[M 1226] S.

[1]) DRP Nr. 446 640.

Preisausschreiben über eine Brikettverlademaschine für Eisenbahnwagen

Die Braunkohlenpreßlinge müssen häufig in gesetzter Schichtung in die Eisenbahnwagen verladen werden. Für das Setzen der Preßlinge wurden bisher meist Frauen verwendet, die sich durch größere Anpaßfähigkeit für die an sich nicht schwere Arbeit und durch höhere Leistung gegenüber den Männern auszeichnen. Da aber die Bergbehörde nur noch in Ausnahmefällen ihre Genehmigung zur Beschäftigung weiblicher Arbeiter erteilt, haben sich die beteiligten Braunkohlenverbände entschlossen, ein Preisausschreiben betreffend eine Brikettverlademaschine zu erlassen.

Die Maschine soll imstande sein, die Preßlinge in den Eisenbahnwagen so fest zu setzen, daß sich die Ladung während der Eisenbahnfahrt nicht verschiebt. Dabei sollen die Preßlinge so gestapelt sein, daß genügend viel Luftkanäle entstehen, durch die die Wärme dauernd entweicht. Die Maschine soll imstande sein, in 1 min 60 bis 140 Preßlinge bei 30 bis 60 mm Steindicke abzunehmen und zu verladen. Eine wesentliche Bedingung des Preisausschreibens besteht auch darin, daß die Arbeit der Maschine im allgemeinen den heute üblichen Stapelweisen entsprechen soll. Es steht den Bewerbern jedoch frei, eine andre geeignete Setzweise vorzuschlagen, sofern sie eine geeignete Kühlung der Preßlinge im Eisenbahnwagen gewährleistet. Weitere Einzelheiten des Preisausschreibens werden im Anzeigenteil dieses Heftes S. 91 bekanntgegeben. [N 1466]

Reibungsversuche am Gleitlager[1)]

Von *G. Duffing*, *Ingenieur, Hamburg*

Beschreibung eines Prüfstandes für Lagerreibung (Reibungswaage). — Versuchsergebnisse bei flüssiger und halbflüssiger Reibung. — Einfluß der Rauhigkeiten der Gleitflächen und der Veränderlichkeit der Zähigkeit mit dem Druck. — Das Verhalten des Lagers im Betrieb hängt vom Schmiermittel und von der Beschaffenheit der Gleitflächen ab.

Die Reibung beim Aufeinandergleiten geschmierter Gleitflächen wird durch das Schmiermittel und durch die Beschaffenheit der Gleitflächen beeinflußt. Im Maschinenbau wirken stets Schmieröl und Metall der Gleitflächen zusammen, und sie müssen bei Beurteilung der Reibungserscheinungen gemeinsam betrachtet werden[2)]. Schließlich ist der Reibungsversuch die Feuerprobe auf die Übereinstimmung von Theorie und Wirklichkeit. Auch wurde die Theorie der Lagerreibung, die wir zum größten Teil Osborne **Reynolds**[3)] verdanken, durch die Reibungsversuche von **Tower**[4)] angeregt.

Das wertvollste Ergebnis der Reynoldsschen Arbeit waren die überaus einfachen Formeln für den zweidimensionalen Schmierfilm, deren Gültigkeit bis heute unbestritten und durch neuere strenge Untersuchungen über die Bewegung zäher Flüssigkeiten im exzentrischen Kreisring voll bestätigt ist, s. Abb. 1.

Umstritten ist heute noch die Frage, wie weit die Reynoldsschen Formeln, in denen keine weitere physikalische Eigenschaft als die Zähigkeit eine Rolle spielt, gelten. Hier können sorgfältige Reibungsversuche zusammen mit Weiterentwicklung der Theorie Aufschluß geben, der notwendig ist, wenn die rechnungsmäßig erstrebte kleinste Filmdicke bei voller Betriebsicherheit wirklich erreicht werden soll.

Sogenannte Ölprüfmaschinen, von denen verschiedene Formen im Handel zu haben sind und die dem Laien ermöglichen sollen, in kurzer Zeit ein Urteil über die Schmierfähigkeiten eines Öles zu gewinnen, sind hierzu ungeeignet; vielmehr kommen nur zielbewußt entworfene Prüfstände, die von geschulten Personen bedient werden,

[1)] Vorgetragen in der Reihe Lagermetalle der Werkstofftagung am November 1927, s. Z. Bd. 72 (1928) S. 381.
[2)] Vergl. a. Wellner, Zur Berechnung von Gleittragzapfen, Z. Bd. 72 (1928) S. 435. [3)] Phil. Trans. Roy. Soc. London 1886 1. Teil. [4)] Proc. Inst. Mech. Eng. 1884, 1. Teil S. 29.

Abb. 1
Versuche nach Osborne-Reynolds.
Druckgradient:

$$\frac{dp}{dx} = -6\mu U \frac{h - h^x}{h^3}$$

Schubspannung:

$$(\tau)\, q = -\frac{\mu U}{h} \pm \frac{1}{2}\frac{dp}{dx} h$$

(vergl. S. 496 r. Sp. letzter Absatz)

Abb. 2
Prüfstand für Ölprüfungen im technischen Laboratorium der Rhenania-Ossag, Mineralölwerke, Hamburg.

Abb. 3
Der Prüfstand, Abb. 2, von links gesehen.

Abb. 4
Einzelheiten des Ölprüfstandes.

in Frage. Als Beispiel eines solchen Prüfstandes sei der angeführt, den das technische Laboratorium der Rhenania-Ossag, Mineralölwerke in Hamburg, zu fortlaufenden Untersuchungen benutzt, Abb. 2 bis 5.

Der wichtigste Teil dieser Anordnung ist die Reibungswaage, die Abb. 5 schematisch darstellt. Das Versuchslager ruht in einem Bügel *a*; dieser bildet die untere Seite eines Parallelogrammes, dessen übrige Seiten das Querstück *c* mit den Hängestangen *b* sind. Wenn der Mittelpunkt des Lagers genau in der Mitte der Verbindungslinie der unteren Schneiden der Hängestangen *b* liegt, was anzustreben ist, so kann der Zug auf die Mittelschneide des Querstückes *c* kein Moment im Bügel *a* hervorrufen, und man kann dann mittels der Feder *f* das reine Reibungsmoment messen.

Die Meßfeder wird mit der Hand mittels einer hydraulischen Stellhemmung so gespannt, daß die Waage stets in Mittelstellung verharrt, was mittels der Zeigervorrichtung und der vorgezeichneten Nullinie (auf der Schreibtrommel *e*) leicht zu erreichen ist. Diese Maßnahme ist notwendig, weil sich andernfalls die Länge und Lage des Schmierfilms ändert und die Meßergebnisse ungenau werden. Die Dehnung der Meßfeder wird durch einen Stift

Abb. 7
Vorrichtung zur Messung der Filmdicke.

A Festpunkt des Belastungshebels
B Angriffspunkt der Lagerbelastung
C Festpunkt des Fühlhebels
a Belastungsgewicht
b_1, b_2 Ausgleichgewichte
c Filmdicke *h*
d Schreibtrommel
e Schreibstift

aufgezeichnet, der mit dem unteren Ende der Feder ve bunden ist, und dient zur Berechnung des Reibung momentes. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit der Waa sind Ausgleichgewichte *g* angebracht derart, daß der G samtschwerpunkt des Bügels *a* auf Mitte Lager fällt.

Beim Einstellen der Vorrichtung ersetzt man d Laufwelle durch eine mit Schneiden versehene Prüfwel und setzt in das Lager zwei Einlagen ein, Abb. 6, die m Pfannen *c* versehen sind. Nach Belastung darf d Waagebalken kein Drehmoment anzeigen; andernfal werden Tariergewichte angebracht, aus deren Größe ma die notwendige Berichtigung in der Stellung des Ve suchslagers bestimmt.

Da es bei Reibungsversuchen stetst wichtig ist, d Filmdicke zu messen, wurde zunächst der Einbau ein optischen Meßvorrichtung nach Vieweg in Erwägu gezogen. Sie ließ sich aber, trotz vieler Bemühunge nicht beschaffen; es wurde daher die Meßvorrichtu nach Abb. 7 als Notbehelf eingebaut, die sich aber n bei Versuchen über die Reibung der Ruhe verwenden lä und leider den Fehler hat, daß sie sehr temperaturem findlich ist. Die Vorrichtung ergibt rd. 1000fache Ve größerungen der Filmdicke und ist ohne weiteres verstän lich. Da der Antrieb von dem Belastungshebel der Waa erfolgt, muß bei Verschiebung des Gewichtes *a* wegen d Durchbiegung des Belastungshebels stets eine neue Nu stellung für den Schreibstift *e* ermittelt werden.

Abb. 8 zeigt die Reibungszahlen einiger Öle als Fun tionen der Größe $\frac{\mu U}{L}$. Hierin bedeutet μ die absolu Zähigkeit, *U* die Zapfengeschwindigkeit in cm/s und *L* d

Abb. 5
Reibungswaage zum Messen der Lagerreibung.

a Bügel zur Aufnahme des Versuchslagers
b Hängestangen
c Querstück
d Ende der Belastungsvorrichtung
e Scheibentrommel mit Aufschreibvorrichtung
f Feder zum Messen des reinen Reibungsmomentes
g Ausgleichgewichte zur Erhöhung der Empfindlichkeit der Waage

Abb. 6
Einrichtung zum Eichen der Reibungswaage.

a Versuchslager
b Eichwelle
c Pfanne
d, *e* Einlagen

Abb. 8
Lagerreibungszahlen bei flüssiger Reibung für verschiedene Öle.

Lagertemperatur	Abs. Viskosität	Öl	Absolute Viskosität 20 °C	50 °C	100 °C
37,7 °C	0,93 P	— — — Russisches Raffinat	3,0	0,42 (6,3 E)	0,069
35,1 „	0,70 „	——— Amerikanisches Raffinat . . „ .	2,14	0,29 (4,5 E)	0,050
42,7 „	1,90 „	— .. — Rizinusöl. . . .	10	1,28 (18 E)	0,171
40,2 „	2,35 „	— . — Shell-Voltol F .	12	1,33 (18 E)	0,162

Belastung auf 1 cm Lagerbreite in Dynen (1 kg = 981 000 Dyne). Belastung und Drehzahl wurden so eingestellt, daß die Lagertemperatur für jede Linie konstant war, weil nur so eine zuverlässige Temperaturmessung erwartet werden kann.

Bei der Darstellung nach Abb. 8 und genauer Bestimmung der mittleren Temperatur im Ölfilm sollten alle Versuchspunkte auf der berechneten theoretischen Reibungslinie liegen, falls die Gleitflächen vollkommen glatt sind. Dies ist nicht der Fall, und es handelt sich nun darum, die Ursachen dieser Abweichung ausfindig zu machen.

Zunächst sind die Längsprofile des Schmierfilms von ausschlaggebender Bedeutung für Belastungsfähigkeit und Reibung. Abb. 9 bis 13 zeigen die Profile der Schmierschichten, die bei bisherigen Versuchen benutzt wurden. Die Form, die auch Stoney benutzt hat, ist besonders geeignet, weil sie sich auch bei gelegentlichem Eintritt von trockener Reibung infolge von Flächenberührung (nicht Linienberührung) als wenig empfindlich erweist.

Abb. 14 zeigt die Abweichung der Versuchspunkte gegenüber den theoretischen Werten. Beim Entwurf dieses Diagramms ist schon die endliche Lagerbreite berücksichtigt. Aus den zugesetzten Formeln geht die Natur der theoretischen Reibungskurve hervor; z und z_1 sind reine Zahlen, die aus den Abmessungen der Gleitfläche im Lager berechnet sind.

Die Reibungszahl f wird unabhängig von μ. Hat man bei den Versuchen die mittlere Zähigkeit zu niedrig, also die Öltemperatur etwas zu hoch geschätzt (weil die Temperatur des Lagermetalles an der engsten Stelle des Filmes gemessen wurde), so rücken die Versuchspunkte in Wirklichkeit nach rechts, nähern sich also der theoretischen Linie.

Abb. 9 bis 13
Längsprofile von Schmierschichten.

$h = \delta(1 + K\cos\varphi)$ — $h = \varepsilon x$ — $h = h_0 \cos\varphi$

Versuche von: Tower, Striebeck, Lasche — Freudenreich — Stoney

—x—x—x Versuchswerte ——— theoretische Werte

Abb. 14
Reibungsdiagramm.

f unabhängig von μ Ölfilm: $h = h_0 \cos\varphi$

$$\frac{L}{\mu U}\left(\frac{h_0}{r}\right)^2 = z \qquad \frac{R}{\mu U}\,\frac{h_0}{r} = z_1 \qquad f = \frac{R}{L} = \frac{z_1}{z}\,\frac{h_0}{r}$$

Die restliche Abweichung kann durch die Unebenheiten der Gleitflächen erklärt werden, aber nur schätzungsweise, da Größe und Gestalt der Unebenheiten nicht bekannt sind und wir über keine einfachen Methoden verfügen, um sie zu messen. Die Unebenheiten werden durch die Eigenschaften der Metalle und durch die Bearbeitung bedingt.

Abb. 15 und 16 zeigen, wie weit die Ansichten über die Gestalt der Unebenheiten auseinander gehen. Abb. 15 entspricht nicht der heutigen hohen Entwicklung der Metallindustrie; Abb. 16 kommt wohl der Wahrheit ziemlich nahe und sei daher mit einer kleinen Änderung unseren Rechnungen zugrundegelegt.

Um mit stationärem Zustand der Flüssigkeitsbewegung rechnen zu können, muß man die Unebenheiten in die ruhende Fläche verlegen und die bewegte Fläche als vollkommen glatt annehmen. Unter der Voraussetzung niedriger Gleitgeschwindigkeiten darf man dann die Reynoldsschen Formeln auf das gezeichnete Längsprofil anwenden. Man erhält so für den Druckanstieg über eine Oberflächenwelle und die zugehörige Reibungskraft die unter Abb. 18 aufgeführten Formeln, die für $a = 0$ wieder in die Reynoldsschen Formeln übergehen. Da die Wellen sehr klein sind, kann man den Druckanstieg $\frac{p_2 - p_0}{2c}$ ohne wesentlichen Fehler durch $\frac{dp}{dx}$ ersetzen.

Aus demselben Grund wie bei den ursprünglichen Reynoldsschen Formeln kann man die Ergebnisse auch auf veränderliche Werte von h_0 übertragen, Abb. 17. Die entsprechende Rechnung wurde nicht für das Versuchslager, sondern für einen ebenen Schmierkeil durchgeführt, weil sich hier das angegebene Näherungsverfahren durch strengere Rechnung nachprüfen läßt; die Ergebnisse stimmten in der Tat weitgehend überein.

Die Schlußformeln sind unter Abb. 18 wiedergegeben. Ihre zahlenmäßige Auswertung erfordert bei kleiner Spaltweite s viel Rechenarbeit, die aber für den Entwurf der Linien in Abb. 19 und 20 nicht zu umgehen war. Für größere Spaltweiten s, die die praktische Lagerberechnung mit sich bringt, ist ein einfacher Ausweg der, daß man in

Abb. 15 und 16

Karplus, Graphit als Schmiermittel, „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 1126. — Falz, Grundzüge der Schmiertechnik. Berlin 1926, S. 55.

Höhe der Unebenheiten δ (mm) bearbeiteter Oberflächen bei ungehärtetem SM-Stahl

Mit Schmirgelscheibe geschliffen	0,004 bis 0,005
Geschlichtet und mit Schmirgelleinen Nr. 00 abgezogen	0,003 „ 0,004
Auf Gußplatte sauber abgezogen . . . . . (ebene Flächen)	0,001 „ 0,003

$$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{p_2-p_0}{2\,c}=\frac{1}{h_0\,(h_0-a)}-\frac{h^x}{2}\,\frac{2\,h_0-a}{[h_0\,(h_0-a)]^2}\;\Big\|\;\frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{\mathrm{d}\,p}{\mathrm{d}\,x}$$

für $a=0$

$$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{p_2-p_0}{2\,c}=\frac{1}{h_0^{\,2}}-\frac{h^x}{h_0^{\,3}},$$

$$-\frac{1}{\mu\,U}\,q=\frac{4}{a}\log\frac{h_0}{h_0-a}-\frac{3\,h^x}{h\,(h_0-a)}.$$

Abb. 17
Erweiterung der Reynoldsschen Formeln für rauhe Flächen.

Abb. 18
Ebener Schmierkeil mit rauher Gleitfläche.

$$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,p=\frac{1}{a\,\varepsilon}\log\frac{\varepsilon\,r}{\varepsilon\,r-a}+\frac{h^x}{2\,a}\left[\frac{1}{\varepsilon\,r}-\frac{1}{\varepsilon\,r-a}\right]+C$$

$$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,L=\Big[\frac{1}{a\,\varepsilon}\left\{r\log\frac{\varepsilon\,r}{\varepsilon\,r-a}+\frac{a}{\varepsilon}\log(\varepsilon\,r-a)\right\}+\frac{h^x}{2\,a\,\varepsilon^2}\log\frac{\varepsilon\,r}{\varepsilon\,r-a}+C\,r\Big]_{r_2}^{r_1}$$

$$\frac{1}{\mu\,U}\,R=\Big[-\frac{4}{a}\left\{r\log\frac{\varepsilon\,r}{\varepsilon\,r-a}+\frac{a}{\varepsilon}\log(\varepsilon\,r-a)\right\}-\frac{3\,h^x}{a\,\varepsilon}\log\frac{\varepsilon\,r}{\varepsilon\,r-a}\Big]_{r_2}^{r_1}$$

$h \;\|\; \sqrt{h_0\,(h_0-a)}$

z. B.: $\frac{a}{h_0}=\frac{1}{2}$; $\quad \frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{d\,p}{d\,x}=\frac{2}{h_0^{\,2}}-3\,\frac{h^x}{h_0^{\,3}}$

$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{d\,p}{d\,x}=\frac{2}{h_0^{\,2}}-2{,}83\,\frac{h^x}{h_0^{\,3}}$ Reynolds modifizier[t]

$\frac{1}{6\,\mu\,U}\,\frac{d\,p}{d\,x}=\frac{1}{h_0^{\,2}}-\frac{h^x}{h_0^{\,3}}$ Falz

den ursprünglichen Formeln von Reynolds die Größe h durch $\sqrt{h_0\,(h_0-a)}$ ersetzt, vergl. Abb. 18 unten.

E. Falz[5]) gebührt das Verdienst, daß er die Unebenheiten erstmalig bei der Berechnung der Lager eingeführt hat; die Art und Weise seiner Rechnung scheint der Nachprüfung zu bedürfen.

Abb. 19 bis 21 führen den Einfluß der Unebenheiten unter verschiedenen Verhältnissen vor Augen. Bemerkenswert ist bei Abb. 20, daß die Reibungszahl selbst bei verschwindender Spaltweite s nicht unter einen bestimmten Grenzwert sinkt und daß bei der rauhen Fläche der Wert $\mu\,U$ nach unten begrenzt ist; bei gegebenen Werten von μ und U kann also die Belastung nicht über das berechnete Maß steigen, wenn die Spaltweite s verschwindet.

In Abb. 20 sind die Reibungszahl und die Spaltweite s als Funktionen von $\sqrt{\frac{\mu\,U}{L}}$ aufgetragen, was den Vorteil bringt, daß die Kurven für die glatte Fläche in gerade Linien übergehen. Aus der Darstellung ist zu ersehen, in welchem Maß die Reibungszahl bei der glatten Fläche gegenüber der rauhen Fläche abnimmt, gleiche kleinste Filmdicke vorausgesetzt. Der bedeutende Unterschied weist eindringlich darauf hin, daß man die Herstellung möglichst glatter Laufflächen erstreben muß. Es ist ersichtlich, welche Rolle der kolloidale Graphit als Glättungsmittel auch im Gebiet der flüssigen Reibung spielt, und daß nach dieser Erklärung der Wirkung des Graphits nichts mehr übrig bleibt, was der Verbesserung des Schmiermittels zugeschrieben werden könnte. Graphit ist also ein Glättungsmittel, die Schmieröle verbessert er nicht und er kann bei tadellosen Laufflächen keinen Nutzen bringen.

Nach diesen Darlegungen darf man wohl behaupten, daß die Betrachtung der Unebenheiten der Laufflächen die Abweichung zwischen dem Reibungsversuch und der Theorie der flüssigen Reibung bedeutend verringert, wenn nicht ganz beseitigt und daß Versuche über *flüssige* Reibung wenigstens im Gebiet mäßiger Laufgeschwindigkeiten eine Bestätigung der Reynoldsschen Theorie ergeben, ohne eine scharfe Entscheidung über die Schmiereignung der Öle zu offen[-]baren. Bei sehr hohen Laufgeschwindigkeiten schein[t] die Reynoldssche Theorie zu versagen, wie bemerkenswert[e] Versuche der General Electric Co. in Schenectady ge[-]zeigt haben, und es scheint wünschenswert, unsere Kennt[-]nisse auf diesem noch wenig geklärten Gebiet durch Ver[-]suche zu erweitern.

[5]) Grundzüge der Schmiertechnik, Berlin 1926.

Abb. 20
Obere Fläche um Punkt M gedreht.

Abb. 19
Obere Fläche parallel verschoben.

Abb. 21
Obere Fläche um Punkt M gedreht, Druckmittelpunkt unverändert.

Abb. 19 bis 21
Reibungszahlen und Filmdicke in einem Lager bei ebenem Schmierkeil.

Abb. 22
Reibungszahlen der halbflüssigen Lagerreibung bei Beginn der Bewegung.

Abb. 23
Filmdicken von verschiedenen Lagerölen, erzeugt bei ruhender Welle durch eindringendes Öl.

In den meisten Fällen der Praxis sind Versuche über halbflüssige Reibung, also mit teilweise metallischer Berührung der Gleitflächen, von großer Bedeutung für die Schmiereigenschaften der Öle. Die Verfolgung der Vorgänge im Schmierfilm führt in das Gebiet der Molekularphysik und der physikalischen Chemie, wie in den bedeutsamen Arbeiten von Hardy-Bircumshaw[6]) und Paul Woog[7]) gezeigt ist. Die bisher ermittelte Erkenntnis steckt jedoch noch zu sehr in den Anfängen, so daß auf umfangreiche Versuchsarbeit am wirklichen Objekt nicht verzichtet werden kann.

Auf dem beschriebenen Lagerprüfstand lassen sich solche Versuche bequem ausführen, indem die Welle festgespannt und der Waagenbügel bis zum Gleiten durch eine Meßfeder belastet wird. Abb. 22 zeigt die Ergebnisse einiger Versuchsreihen. Die Reibungszahlen nähern sich mit zunehmender Zeit bestimmten Grenzwerten, die unabhängig von der Zähigkeit des Schmiermittels sind. Die Zähigkeit ist jedoch von Einfluß auf den anfänglichen Anstieg der Reibungszahlen. Die Aufnahme in Abb. 23 wurde gemacht, um über das Filmbildungsvermögen der verschiedenen Öle etwas zu erfahren. Die Versuche stecken noch ganz in den Anfängen und werden weiter fortgesetzt.

[6]) Proceedings of the Royal Society. London, 19. März 1925.
[7]) Paul Woog, Contribution à l'étude du Greissage, Paris 1926, Librairie Delegruve.

Abb. 24 bis 26
Berechnete Druckverteilung in einem Lager von 100 mm Dmr.

Abb. 24 bis 26 zeigen das Verhältnis des Höchstdruckes zur mittleren Lagerbelastung bei dem benutzten Versuchslager; sie legen den Gedanken nahe, auch den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit in Rechnung zu stellen. Kießkalt[8]) hat hierfür ein Exponentialgesetz aufgestellt:

$$\mu = \mu_0 \, e^{a \frac{p}{p_0}}.$$

(μ = Zähigkeit beim Druck $p = o$, a = Kennzahl des Öles, p_0 = Bezugsdruck in at)

Schon der Versuch, dieses Gesetz auf den ebenen Schmierkeil anzuwenden, zeigt, daß das Gesetz nicht unbeschränkt gelten kann, weil die linke Seite der Formel nicht null werden kann, während dies bei der rechten Seite für $\beta < \frac{1}{8}$ eintritt:

$$-e^{-a\frac{p}{p_0}} \frac{d\,p}{d\,x} = 6\,\mu_0\,U\left(\frac{1}{h^2} - \frac{h^x}{h^3}\right)$$

$$\frac{p_0}{a}\left(-1 + e^{-a\frac{p}{p_0}}\right) = 6\,\mu_0\,U\,F(x) + c\,.$$

Für den ebenen Keil gilt:

$$e^{-a\frac{p}{p_0}} = \frac{1}{\beta}\,\frac{(1+\beta)\,x^2 - (x_1+x_2)\,x + x_1\,x_2}{x^2},$$

$$\beta = (x_1+x_2)\,\frac{\varepsilon^2\,p_0}{6\,a\,\mu_0\,U};$$

$$\text{für } x_1 = 2\,x_2 \quad \beta > \frac{1}{8}\,.$$

Die Formel von Kießkalt läßt also eine Extrapolation zu.

Eine eingehendere Rechnung ergibt, daß die Reibungszahl infolge der Erhöhung der Zähigkeit nicht vergrößert wird, weil die Belastungsfähigkeit entsprechend anwächst. Von dieser Seite ist daher keine wesentliche Beeinflussung des Reibungsdiagrammes zu erwarten.

Die obigen Ausführungen erweisen die Bedeutung des Reibungsversuches für die Praxis und zeigen, daß sich in dem engen Spielraum zwischen Welle und Lagerschale die Interessen der Metallerzeuger und der Ölindustrie begegnen. Aufgabe der Metallerzeuger und der Bearbeitung ist es, geeignete (möglichst glatte) Gleitflächen herzustellen, Aufgabe der Ölindustrie ist es, Schmiermittel zu liefern, die diese Flächen dauernd erhalten. [B 1061]

[8]) S. Kießkalt, Forschungarbeiten des V. d. I., Heft Nr. 291.

Verdrehungselastizität und -festigkeit von Hölzern

Von Dr.-Ing. Karl Huber, München

Ältere Versuche — Versuchsanordnung — Kein Beharrungszustand bei Verdrehung, große elastische Nachwirkung — Proportionalitätsgrenze, Verdrehungsfestigkeit, Schubmodul, Arbeitsvermögen, Bruchverdrehung von Fichte, Kiefer, Buche, Eiche und Esche parallel und quer zur Faser.

Die ältesten Verdrehungsversuche mit verschiedenen Holzarten auf wissenschaftlicher Grundlage dürften von Bevan[1]) im Jahre 1829 ausgeführt worden sein. Eine Verwertung dieser Ergebnisse ist jedoch nicht möglich, da die Verdrehungstheorie zu jener Zeit noch nicht gelöst war. Nördlinger führt in seinem Buch „Die technischen Eigenschaften der Hölzer", Stuttgart 1860, die von Bevan bei 22 verschiedenen Holzarten gefundenen Torsionsmoduln, jedoch ohne nähere Maßbezeichnung und ohne Beschreibung der Versuchsausführung, an, weshalb auch eine Umrechnung auf den jetzt üblichen Schubelastizitätsmodul G nicht möglich ist.

Dann finden sich erst wieder in den Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem 1919 einige kurze Angaben. Für die drei Holzarten Kiefer, Esche und Mahagoni wurde ein Schubmodul von 7660, 8310 und 6570 kg/cm², eine Proportionalitätsgrenze von 37, 38 und 41 kg/cm² und eine Verdrehungsfestigkeit von 112, 174 und 146 kg/cm² gefunden.

Umfangreiche und ausführliche Untersuchungen über die Drehfestigkeit der amerikanischen Weißtanne (Spruce) hat J. Carrington[2]) durchgeführt. Sie wurden durch die Verwendung der Holzart im Flugzeugbau veranlaßt. Die Versuche wurden an vier Stämmen, aus denen je zehn quadratische Stäbe von rd. 30 cm Länge und rd. 3 cm

Abb. 1
Verdrehung des Holzes um die Z-Achse.

Querschnittseite herausgeschnitten worden waren, vorgenommen. Bestimmt wurden unter Verwendung der genauen St. Venant-Formeln Schubmodul und Festigkeit parallel und quer zur Faser unter Berücksichtigung der Jahresringlage, wobei man infolge des ungleichmäßigen Holzaufbaues drei Ebenen elastischer Symmetrie annahm. Bei Verdrehung des Holzes um eine Achse z, Abb. 1, in der Faserrichtung wurden je zwei verschiedene Schubmoduln G_1, G_2 und -festigkeiten τ_1, τ_2 und ferner bei Verdrehung um eine Achse (x oder y) quer zur Faser noch ein dritter Wert G_3 und τ_3 gefunden, die in Zahlentafel 1 im Auszug angegeben sind.

Die Abweichungen bei den Einzelstämmen vom Mittelwert schwankten zwischen 1,3 und 12,4 vH, so daß hier-

[1]) Philosophical Transactions 1829.
[2]) The moduli of rigidity for spruce, Phil. Magazine Bd. 41 (1921.)

Zahlentafel 1
Schubmodul, Proportionalitätsgrenze und Drehfestigkeit der amerikanischen Weißtanne (Spruce) nach Untersuchungen von J. Carrington.

Raumgewicht bei 12 vH Feuchtigkeitsgehalt			0,445	
Schubmodul	G_1	kg/cm²	7200	längs zur Faser
	G_2	„	6210	längs zur Faser
	G_3	„	315	quer „ „
Proportionalitätsgrenze	τ_1	„	86	längs „ „
	τ_2	„	77	längs „ „
	τ_3	„	5	quer „ „
Drehfestigkeit	τd_1	„	186	längs „ „
	τd_2	„	181	längs „ „
	τd_3	„	25	quer „ „

Abb. 2
Form und Jahresringverlauf der Querstäbe.

nach kaum ein Unterschied in den zwei Festigkeitswerten 1 und 2 bei Verdrehung um die Längsachse z vorhanden ist. Ferner wurde noch gefunden, daß der Schubmodul mit steigendem Raumgehalt wächst.

Von R. Baumann sind ferner im Jahre 1923[3]) Drehfestigkeitszahlen verschiedener Holzarten, jedoch ohne Angabe des Schubmoduls, veröffentlicht worden. Weitere brauchbare Angaben, die in Zeitschriften und einschlägigen Büchern gesucht wurden, konnten nicht gefunden werden. Es dürften deshalb die nachstehenden im mechanisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule München durchgeführten Verdrehungsversuche mit verschiedenen Holzarten für weitere Kreise der Praxis von Wichtigkeit sein, wobei besonders an die Verwendung im Flugzeugbau und Hochbau gedacht ist.

Untersuchte Holzarten

Die zu den Versuchen verwendeten Holzarten, nämlich Fichte, Kiefer, Rotbuche, Eiche und Esche, hatten schon eine längere Lagerzeit hinter sich, so daß sie gut ausgetrocknet waren und als lufttrocken bezeichnet werden können. Der Wassergehalt betrug im Mittel 11,9 vH.

Die für die Verdrehungsversuche bestimmten Probestücke wurden aus 3 cm dicken und rd. 33 cm breiten Brettern durch vorsichtiges Sägen, Hobeln und Feilen hergestellt. Stäbe mit Astbildung und schadhaften Stellen wurden ausgeschieden. Als Querstäbe sind im folgenden die aus dem Holz senkrecht zur Faserrichtung herausgeschnittenen Stäbe bezeichnet, während die in der Faserrichtung herausgeschnittenen Stäbe Längsstäbe genannt sind. Die Probestücke hatten eine Länge von 25 bis 32 cm und quadratischen Querschnitt mit einer Seitenlänge von etwa 2 cm. Probestäbe mit kreisförmigem Querschnitt wurden nicht verwendet, da bei der Bearbeitung auf der Drehbank durch den Drehstahl schon eine verdrehende Beanspruchung auf das Holz ausgeübt worden wäre. Besonders die Weichholzstäbe und ferner die Querstäbe wären hierdurch mehr oder weniger stark beschädigt worden, so daß die damit anzustellenden Versuche falsche oder doch stark ungünstig beeinflußte Werte hätten ergeben können. Größere Probestücke als die hier angegebenen hätte man ferner viel schwieriger völlig frei von Ästen und Schwindrissen erhalten. Abb. 2 zeigt Form und Jahresringverlauf der Querstäbe.

[3]) Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Heft 231.

Versuchsanordnung

Die Versuche wurden in der Amslerschen 6 mkg-Drahttorsionsmaschine, jedoch ohne Benutzung der Kraftanzeige, ausgeführt. Die Verdrehungsmomente wurden wegen der kleinen Drehmomente durch Auflegen von Gewichten an einem 40 cm langen Hebel hervorgerufen, dessen Eigengewicht durch ein Gegengewicht ausgeglichen war. Passende Einspannköpfe mit quadratischer Aussparung verbanden die Stabenden mit Maschine und Gewichtshebel. Ferner war die Durchbiegung des wagerecht gelagerten und einseitig eingespannten Probestabes durch eine fast reibungsfrei arbeitende Stützvorrichtung am anderen Ende verhindert.

Der Verdrehungswinkel wurde mit festen Spiegeln, Fernrohren und Skalen gemessen. Die Proben wurden in kleinen Laststufen bis zum Eintritt des Bruches unter häufiger Entlastung belastet, um auch die bleibenden Verdrehungen zu erhalten. Die Verdrehung wurde so lange gemessen, bis ein starkes Wandern der Spiegel eine weitere Ablesung unmöglich machte, oder bis, wie bei den Querstäben, durch die infolge ihrer geringeren Längssteifigkeit entstehende Stabdurchbiegung die Spiegel seitlich aus dem Gesichtsfeld rückten.

Bei den Querstäben wurde wegen des verschiedenen Aufbaues der Hölzer die Verdrehung auf zwei Meßstrecken, 10 und 20 cm, bestimmt. Bei den Längsstäben war es gleichgültig, ob eine Meßlänge von 10 oder 20 cm genommen wurde.

Beim Verdrehungsversuch konnte nie, selbst bei sehr kleinen Belastungen, ein Beharrungszustand hergestellt werden. In Zahlentafel 2 sind die bei einem solchen Vorversuch mit Buchenlängsstab I erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt. Das Drehmoment betrug 8 cmkg, entsprechend einer größten Schubspannung von 4,5 kg/cm².

Zahlentafel 2
Vorversuch mit Buchenlängsstab I, Belastung

Lastdauer . . . . min	1	5	15	30	60	90	180	900	960
verhältnismäßiger Drehwinkel $\varphi 10^{-4}$ auf 20 cm	70	72	73	75	77	78	81	92	92,2

Der Schubmodul errechnet sich aus dem zu Anfang und zu Ende gefundenen Drehwinkel zu 9440 und 7170 kg/cm².

Am Ende des Versuches nach 16 h Belastungsdauer war immer noch kein Beharrungszustand eingetreten. Nach Entlastung des Stabes wurde die bleibende Verdrehung ebenfalls in verschiedenen Zeitabschnitten gemessen. Allerdings konnte man die Ablesung nur bis zu einer Zeitdauer von 3½ h durchführen, da wegen Erschütterung der Versuchsvorrichtung eine weitere Ablesung unmöglich wurde. Es erscheint aber nach späteren Versuchen als sicher, daß nach längerer Ruhezeit ein weiterer starker Rückgang der bleibenden Formänderung eingetreten wäre.

Zahlentafel 3
Vorversuch mit Buchenlängsstab I, Entlastung.

Entlastungsdauer min	1	5	30	60	90	210
bleibender verhältnismäßig. Drehwinkel φ 10⁻⁴ auf 20 cm	23	21	19	17	16,7	14

Ein Beharrungszustand wurde herbeizuführen gesucht. Der Buchenlängsstab II wurde fünfmal je 3 min mit einer größten Schubspannung von 4,5 kg/cm² beansprucht. Zwischen der dritten und vierten Lastaufnahme war eine Ruhepause von rd. 15 h und zwischen den übrigen je eine von 3 min. Dabei wurde bei 20 cm Meßstrecke der Reihenfolge nach der Drehwinkel $\varphi\, 10^{-4}$ gefunden zu

73,3 71,7 71,5 70,5 69,5,

entsprechend einem Schubmodul von

9010 9210 9240 9370 9500 kg/cm².

Nach der ersten, zweiten, vierten und fünften Belastung blieben kleine Verdrehungen zurück, während nach der dritten Lastaufnahme bei 15 h Ruhezeit die bleibenden Verdrehungen vollkommen verschwunden waren.

Da auf diese Art wohl eine gewisse Verfestigung des Holzes, aber wiederum kein bleibender Zustand erreicht werden konnte, wurde noch eine dritte Belastungsanordnung ausgeführt, wie man sie an Metallproben benutzt. Der gleiche Probestab wurde zehnmal rasch hintereinander, ohne dabei Ablesungen zu machen, mit einer größten Schubspannung von 11 kg/cm² beansprucht. Dabei ergab sich bei der ersten Lastaufnahme nach 3 min Belastung und einer Meßstrecke von 20 cm ein verhältnismäßiger Drehwinkel $\varphi = 0{,}017\,675$ und ein Schubmodul $G = 9350$ kg/cm². Nach der zehnten Lastaufnahme bei 3 min Belastung war $\varphi = 0{,}017\,825$ und demnach $G = 9270$ kg/cm². Nach weiterer Lastdauer nahm jedoch der Drehwinkel doch noch zu und damit der Schubmodul weiter ab. Nach einmonatiger Ruhepause wurde bei der Vornahme des Hauptversuches mit diesem Stab bei dem gleichen Drehmoment von 20 cmkg ein Schubmodul G von 9540 kg/cm² gefunden.

Angesichts der Unmöglichkeit, einen Beharrungszustand herbeizuführen, wurde bei allen folgenden Versuchen die jeweilige Dauer der Belastung und Entlastung auf 3 min festgesetzt. An den Skalen wurden die Ausschläge mit den Fernrohren jedoch sofort nach Eintritt der Belastung und Entlastung und ferner nach 3 min Belastungs- und Entlastungsdauer abgelesen, um einen Überblick auf den Gang der Formänderung zu erhalten. Der Rückgang der Formänderung war selten nach 3 min Entlastungsdauer vollständig eingetreten. Wie Sonderversuche ergaben, war bei niedriger Beanspruchung des Holzes eine drei- bis fünfmal größere Entlastungsdauer, bei höherer Beanspruchung ein noch größerer Zeitraum erforderlich. Es trat jedoch bei allen Verdrehungen, wo Ablesungen in der Folge gemacht werden konnten, immer Rückgang der ganzen Formänderung, wenn auch manchmal erst nach vielen Stunden, ein. So war bei dem Fichtenquerstab I bei einer größten Schubspannung von 11 kg/cm² der nach 30 min Lastdauer hervorgerufene Verdrehungswinkel $\varphi = 0{,}1355$ (bezogen auf 10 cm Meßlänge) sofort nach Entlastung auf $\varphi = 0{,}0182$ zurückgegangen, und nach 14½ h Ruhezeit betrug er nur mehr 0,0009. Diese kleine, bleibende Verdrehung war nach noch längerer Ruhezeit vollständig verschwunden. Aus diesen Gründen wurde der Berechnung des Schubelastizitätsmoduls der gesamte nach 3 min Belastung ermittelte verhältnismäßige Verdrehungswinkel zugrunde gelegt.

Mit dem an der Kurbelseite der Amslerschen Torsionsmaschine befindlichen Zähler konnte ferner noch die Gesamtverdrehung des Stabes bei Eintritt des Bruches gemessen werden. Die Verdrehung bezieht sich auf die gesamte freie Länge des Stabes zwischen den Einspannstellen. Sie ist im folgenden als Bruchverdrehung bezeichnet und als solche in Grade auf 1 cm Stablänge umgerechnet. Diese größte auftretende Formänderung ging nach Wegnahme der Last und Entfernung des Stabes aus der Maschine sehr stark zurück. Bei den Längsstäben trat die bleibende Bruchverdrehung deutlicher hervor, während sie bei den Querstäben, wo ein Bruch des Stabes in einzelne Stücke eintrat, weniger auffiel.

Der Schubmodul wurde nach der aus der Verdrehungstheorie für quadratische Querschnitte hervorgehenden St. Venantschen Formel (A. und O. Föppl, Drang und Zwang, 2. Bd. § 74) berechnet:

$$G = 7{,}014\,\frac{M\,l}{\varphi\,d^4}.$$

Hierin bedeutet M das Verdrehungsmoment in cmkg, l die Länge des Stabes zwischen den Meßpunkten in cm, φ den verhältnismäßigen Verdrehungswinkel in cm Bogenlänge, bezogen auf 1 cm Halbmesser, und d die Querschnittseite in cm. Die Verdrehungsfestigkeit τ berechnete sich ebenfalls aus der genauen St. Venantschen Formel

$$\tau = 4{,}74\,\frac{M}{d^3}$$

unter der Annahme ihrer Gültigkeit bis zum Bruche des Stabes.

Abb. 3
Neigungswinkel der Jahresringe.

Die Versuchsergebnisse wurden ferner alle in Spannungs-Drehwinkel-Diagrammen aufgezeichnet, um auch die Proportionalitätsgrenze der Hölzer für Schub zu erhalten. Hierfür kam, ähnlich wie beim Biegeversuch, jener Punkt der Kurve in Frage, wo diese von der Geraden in die Bogenlinie überging, wo also keine Verhältnisgleichheit mehr zwischen Schubspannung und Drehwinkel bestand. Dieser Punkt kann aus den oben erwähnten Gründen annähernd auch als Elastizitätsgrenze angesehen werden. Eine kleine Ungenauigkeit ist mit dieser Festsetzung der Proportionalitätsgrenze noch verbunden, weil kein Beharrungszustand bei den einzelnen Laststufen erreicht worden war.

Die in den Zahlentafeln 13 und 14 noch angegebene Verdrehungsarbeit bis zur Erreichung der Proportionalitätsgrenze wurde aus den Diagrammen entnommen und sodann auf die Volumeneinheit umgerechnet. Die Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwerte betrugen bis zu 30 vH. Die gesamte bis zum Bruch des Stabes aufgewendete Brucharbeit konnte nachträglich nicht mehr bestimmt werden, da die Drehwinkel bei höheren Lasten nicht gemessen worden waren. Dafür wurde der auf die Längeneinheit bezogene Drehwinkel beim Bruch angegeben, der auch ein Maß für die Zähigkeit der Holzart darstellt.

Versuchsergebnisse

Fichte

Die Querschnitte wurden auf 1/10 mm genau gemessen. Die Jahresringe, deren Dicke 3 bis 6 mm betrug, bestanden aus einer dünnen, dichten Herbstzone von etwa 1 mm Dicke und aus einer breiten, lockeren Frühjahrszone von 2 bis 5 mm Dicke. Man untersuchte also schnell gewachsenes Fichtenholz; der Feuchtigkeitsgehalt betrug 11,9 vH.

Bei den Längsstäben betrug der Neigungswinkel d[er] Jahresringe zu einer Querschnittseite ungefähr 45, 60 un[d] 60°, Abb. 3. Stab I hatte die breitesten Jahresringe m[it] rd. 6 mm Dicke; Stab II und III hatten Jahresringe vo[n] 3 bis 5 mm Dicke. Die Längsfasern liefen geradlinig un[d] nahezu parallel zur Stabachse.

Der kleinere Schubmodul und die kleinere Torsions[-] festigkeit von Stab I, Zahlentafel 4, ist auf das kleine[re] Raumgewicht und die größeren Jahresringe (wobei Herbs[t-] zone außergewöhnlich klein) und den damit bedingte[n] weniger festen Aufbau des Holzes zurückzuführen. B[ei] Stab I war ferner bei 57 kg/cm² Schubspannung scho[n] starkes Wandern der Spiegel eingetreten, so daß nac[h] 3 min Belastungsdauer kaum eine Ablesung der Skale mehr möglich war.

Über den Bruchvorgang ist noch zu bemerken, da[ß] bei Stab I von 53 kg/cm² an, bei den Stäben II und II[I] von 88 kg/cm² an ein Knacken im Holz hörbar war. D[ie] Stäbe brachen nach Bildung von Längsrissen in und nah[e] der Mitte der Querschnittseiten, wie es nach den do[rt] auftretenden größten Schubspannungen zu erwarten wa[r.] In ähnlicher Weise brachen die Längsstäbe der ander[en] Holzarten.

Den Verlauf der Jahresringe bei den Querstäben zei[gt] Abb. 2. Im mittleren Teil des Stabes auf eine Länge vo[n] ungefähr 10 cm betrug die größte Bogenlänge der Jahre[s-] ringe etwa 110 mm. Der Neigungswinkel der Jahresring[e] zur Stabachse war in der Stabmitte gleich 0°. In den äußere[n] Stabteilen betrug die Bogenlänge der Jahresringe 25 b[is] 30 mm und der Neigungswinkel zur Stabachse 45 bis 60[°.] Der verschiedene Verlauf der Jahresringe war auch vo[n] Einfluß auf die Größe des Schubmoduls. Der in der Mit[te] auf eine Strecke von 10 cm aus den Verdrehungen be[-] rechnete Schubmodul war kleiner als der aus den Ve[r-] drehungen bei 20 cm Meßlänge gefundene Modul. B[ei] einem gleichmäßigen Holz hätten beide Schubmoduln gleic[h] sein müssen. Die hemmende Wirkung der Einspannun[g] bei einem quadratischen Querschnitt auf die Bildung d[es] Verdrehungswinkels ist nach andern Versuchen[4]) so g[e-] ring, daß solch beträchtliche Abweichungen auf dies[e] Ursache nicht zurückgeführt werden können. Außerde[m] hätte diese Erscheinung bei den Längsstäben dann eben[-] falls auftreten müssen; hier wurde sie aber nicht b[e-] obachtet. Die Versuchsergebnisse an den Querstäben sin[d] in Zahlentafel 5 zusammengestellt.

Die Stäbe brachen in der Stabmitte. Die Bruchlin[ie] verlief winkelrecht zu den Jahresringen. Bei Stab I wa[r] sie nahezu geradlinig und zur Stabachse unter eine[m] Winkel von rd. 50° geneigt; bei Stab II war sie etwa zackig und zur Stabachse unter einem Winkel von rd. 80[°] geneigt, Abb. 2. Bei den Querschnitten bezieht sich d[ie] Beschreibung der Bruchlinie immer auf die Stirnfläche de[s] Holzes. Von dieser aus brach dann der Stab in Richtun[g] der Holzfaser auseinander.

[4]) K. Huber, Der Einfluß einer Einspannung auf den Widersta[nd] gegen Verdrehen, Doktorarbeit München 1922.

Zahlentafel 4. Ergebnisse der Versuche an Längsstäben aus Fichtenholz.

Längsstab	Raumgewicht	Schubspannung						Prop.-Gr.	Bruchverdreh.	Verdrehungsfestigkei[t]
			2,2 kg/cm²	22 kg/cm²	39,5 kg/cm²	57 kg/cm²	77 kg/cm²	kg/cm²	°/cm*)	kg/cm²
I	0,350	Schubmodul	5570	5510	5420	5230	—	42	—	86
II	0,400	„	7250	7090	—	6920	6710	57	0,96	100
III	0,420	„	7940	7790	—	7610	7450	48	1,33	97

*) Winkelgrad, bez. auf 1 cm = °/cm.

Zahlentafel 5. Ergebnisse der Versuche an Querstäben aus Fichtenholz.

Querstab	Schubspannung			Prop.-Gr.	Bruchverdreh.	Verdrehungsfestigkei[t]
		2,2 kg/cm²	11,0 kg/cm²	kg/cm²	°/cm	kg/cm²
1 Raumgewicht 0,376	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	692	613	2,8	2,0	36
	„ „ 20 „ „	1050	957			
2 Raumgewicht 0,381	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	740	677	2,8	1,8	32
	„ „ 20 „ „	1090	1030			

Zahlentafel 6
Ergebnisse der Versuche an Längsstäben aus Kiefernholz.

Längsstab	Raumgewicht	Schubspannung	2,3 kg/cm²	23 kg/cm²	68 kg/cm²	90 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdreh. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
I	0,505	Schubmodul	7730	7770	7510	—	63	1,8	138
II	0,551	„	9110	8680	8430	8240	68	1,37	133
III	0,554	„	9180	8980	8810	8700	84	0,95	132

Zahlentafel 7
Ergebnisse der Versuche an Querstäben aus Kiefernholz.

Querstab	Schubspannung	2,3 kg/cm²	11,3 kg/cm²	28,3 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdreh. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
1, Raumgewicht 0,525	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	1500	1450	1290	11	1,42	42
	„ „ 20 „ „	2030	1930	1820			
2, Raumgewicht 0,532	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	1740	1620	—	11	1,37	49
	„ „ 20 „ „	2195	2130	—			

Kiefer

Die Dicke der Jahresringe betrug 1 bis 2 mm. Dabei war die dichte Herbstzone nur wenig schmaler als die lockere Frühjahrszone. Der bei den Querstäben in der Mitte auf 10 cm Meßlänge aus den Verdrehungen erhaltene Schubmodul war, wie bei Fichtenholz, ebenfalls kleiner als der bei 20 cm Meßstrecke gefundene Modul. Der ungleichmäßige Aufbau des Holzstabes in der Mitte im Vergleich zu den äußeren Teilen bildet auch hier die Ursache, Abb. 2. Bei den drei Längsstäben I, II, III betrug der Neigungswinkel der Jahresringe zu einer Querschnittsseite rd. 80 °, 45 ° und 45 °. Die Längsfasern waren geradlinig und nahezu parallel zur Stabachse. Der Feuchtigkeitsgehalt betrug 12,2 vH.

Der kleinere Schubmodul von Stab I, Zahlentafel 6, dürfte auf das niedrige Raumgewicht und vielleicht auch auf den von Stab II und III abweichenden Neigungswinkel der Jahresringe zur Querschnittseite zurückzuführen sein. Bei Stab I wurde die Verdrehung außerdem auch auf 20 cm Meßstrecke ermittelt. Der hieraus berechnete Schubmodul zeigte keine größeren Unterschiede von den oben angegebenen Werten.

Bei Querstab 1, Zahlentafel 7, trat erstmalig ein Bruch bei einer Beanspruchung von 36,8 kg/cm² hart an der einen Einspannstelle längs eines Jahresringes in der Frühjahrszone und schief zur Stabachse ein. Hierauf wurde der um rd. 15 mm verkürzte Stab nochmals eingespannt und der Versuch wiederholt. Der Stab brach bei 42,4 kg/cm² Belastung. Querstab 2 brach in der Stabmitte nahezu rechtwinklig zur Stabachse und senkrecht zu den Jahresringen. Die Bruchlinie war etwas zackig, und zwar wich sie an einigen Stellen beim Übergang von der Herbstzone zu der im darauffolgenden Jahre gewachsenen Frühjahrszone um rd. 0,5 bis 1 mm im rechten Winkel von der Geraden ab, worauf sie wieder in der ursprünglichen Hauptrichtung gerade weiter verlief. Der zackige Verlauf, Abb. 2, trat auch bei Querstäben andrer Holzarten auf und ist auf die geringere Festigkeit der mehr schwammigen Frühjahrszone an dieser Stelle zurückzuführen. Die geringe Anzahl der Versuchszahlen ist auf ein seitliches Ablenken der Spiegel aus dem Gesichtsfeld zurückzuführen, das weitere Ablesungen bei höheren Belastungen unmöglich machte und durch Ausbiegung des Querstabes aus der Mittellinie bewirkt worden war.

Das Ausweichen aus der Stabmittellinie ist auf die geringe Längssteifigkeit der Querstäbe zurückzuführen. In Zahlentafel 7a[5]) ist für die einzelnen Querstäbe der Elastizitätsmodul für Biegung angegeben. Diese kleinen Zahlenwerte geben ein anschauliches Bild von der geringen Längssteifigkeit der Querstäbe, besonders wenn man ferner noch in Erwägung zieht, daß der Elastizitätsmodul für Biegung bei Längsstäben 100 000 bis 150 000 kg/cm² beträgt. Bei den hier vorliegenden Querstäben wurde der Vorgang des Ausknickens außerdem noch durch die schon vorhandene Krümmung des Stabes, der in der Mitte einen Biegungspfeil von 1 bis 2 mm aufwies, begünstigt. Die Krümmung, die bei sämtlichen Querstäben vorhanden und bei Kiefern- und Fichtenholz am größten war, hatte sich nicht vermeiden lassen, da sie erst nach der Herstellung der Stäbe infolge Spannungsausgleiches des ungleichmäßig aufgebauten Holzes und weiteren Austrocknens des Holzes eingetreten war.

Zahlentafel 7a

Holzart	Lastrichtung	Elastizitätsmodul E bei Beanspruchungen 1,2 kg/cm²	2,4 kg/cm²	4,8 kg/cm²	7,3 kg/cm²	9,7 kg/cm²
Fichte		1 900	1 810	1 750	1 730	—
		1 770	1 720	1 730	—	—
		1 990	1 980	1 810	—	—
Kiefer		3 090	2 900	2 700	2 720	2 660
		2 740	2 750	2 660	2 650	—
		3 560	3 340	3 250	3 050	2 660
Buche		9 430	10 260	11 070	10 780	10 860
		11 600	11 400	11 200	11 100	11 000
		11 600	10 900	10 500	10 500	10 200
Eiche		9 600	9 600	9 200	10 500	8 900
		10 500	10 000	10 400	10 800	9 900
		10 200	10 000	9 600	10 600	9 800
Esche		25 300	24 600	22 500	19 400	17 400
		25 300	20 300	21 000	19 400	18 700
		21 700	21 700	19 600	17 500	17 100

[5]) Die Elastizitätszahlen wurden durch besondere Versuche ermittelt. Der Stab wurde an den Enden auf zwei Stützen im Abstand von 27 cm aufgelagert, in der Mitte belastet und hier die Durchbiegung mittels Rollenapparates, Bauart Bauschinger, bei 50 facher Vergrößerung gemessen. Der Elastizitätsmodul wurde nach der gewöhnlichen Formel berechnet.

Von C. Carrington ist hierüber im Philos. Magazine Bd. 43 (1922) S. 871 eine ausführliche Abhandlung: Youngs Modulus and Poisson's Ratio for Spruce, erschienen. Ebenso hat Baumann im Forschungsheft Nr. 231 für einige Holzarten auch den Elastizitätsmodul von ungefähr der gleichen Größe wie ich und ferner noch die Biegungsfestigkeit angegeben.

Zahlentafel 8. Ergebnisse der Versuche an Längs- und Querstäben aus Rotbuchenholz.

Probestab		Schubspannung 2,3 kg/cm²	23 kg/cm²	46 kg/cm²	57,5 kg/cm²	80,5 kg/cm²	115 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdreh. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
Längsstab I, Raumgewicht 0,677	Schubmodul	9430	9780	9740	9580	9370	8600	80	2,6	247
Längsstab II, Raumgewicht 0,658	Schubmodul	9680	9560	9380	9290	8950	8190	65	2,96	243
Querstab 1, Raumgewicht 0,671	Schubmodul	5890	5710	5590	—	5150	—	46	—	154
Querstab 2, Raumgewicht 0,691	Schubmodul	5290	5270	5210	5090	—	—	40	2,0	149

Rotbuche

Die Bruchverdrehung in der Längsrichtung ist die größte von den untersuchten Holzarten.

Die Dicke der Jahresringe betrug 1 bis 3 mm. Der Unterschied von Herbst- und Frühjahrszone tritt hier weniger deutlich zutage. Die Dicke der Herbstzone war ⅓ bis ½ der ganzen Jahresringbreite. Bei den Querstäben ist hier der Verlauf der Jahresringe, Abb. 2, zur Stabachse, ob tangential oder geneigt, auf die Größe des Schubmoduls ohne Einfluß. Bei den zwei Längsstäben betrug der Neigungswinkel der Jahresringe zu einer Querschnittseite rd. 70 °. Die Längsfasern waren gerade und parallel zur Stabachse. Der Feuchtigkeitsgehalt betrug 11,3 vH. Die Untersuchungsergebnisse an den Längs- und Querstäben sind in Zahlentafel 8 zusammengestellt.

Eiche

Sorte I. Die Dicke der Jahresringe bei den Querstäben betrug im mittleren Teil des Stabes 5 mm und ging in den äußeren Stabteilen auf 3 mm zurück. Dementsprechend nahm auch die Dicke der Herbstzone von 4 mm auf 2 mm ab. Die Frühjahrszone ist kleiner als die Herbstzone und ist von zahlreichen Poren durchsetzt, Abb. 2. Die senkrecht zu den Jahresringen verlaufenden Markstrahlen sind deutlich erkennbar. Die Messung der Verdrehungswinkel bei den Meßstrecken 10 und 20 cm von Querstab I ergab wieder etwas verschiedene Werte. Die hieraus berechneten Schubmoduln zeigten jedoch keine so großen Unterschiede mehr wie bei Fichten- oder Kiefernholz; deshalb wurde bei Querstab 2 der Verdrehungswinkel nur mehr auf einer Meßstrecke (10 cm) bestimmt.

Bei den Längsstäben verliefen die Holzfasern etwas krummlinig und verwunden zur Stabachse. Der Feuchtigkeitsgehalt betrug 11,7 vH.

Querstab 1 wurde zuerst bei 20 cm Meßstrecke stufenweise bis zu 45 kg/cm² belastet. Die dabei erhaltenen Werte sind in Zahlentafel 9 eingetragen. Hierauf wurde die Verdrehung bei 10 cm Meßstrecke gemessen und hier die weiter in Zahlentafel 9 angegebenen Werte gefunden. Alsdann gingen wir wieder auf 20 cm Meßstrecke zurück, wobei die Verdrehung bei den Schubspannungen: 2,3, 23, 45 und 68 kg/cm² gemessen wurde. Der Schubmodul ergab sich hierbei zu 5530, 5140, 4850 und 4620 kg/cm². Mit Ausnahme des ersten Wertes, der ungleich höher ausfiel, was in der Hauptsache auf die höhere Vorbelastung und dadurch eingetretenes Steifwerden und zum andern Teil auf die bei den kleinen Verdrehungszahlen stärker ins Gewicht fallenden Schätzungsfehler bei der Ablesung zurückzuführen ist, entsprechen die Werte im großen und ganzen den Zahlen des ersten Belastungsversuches.

Sorte II. Der Hauptunterschied gegenüber der ersten Sorte lag darin, daß bei den Querstäben der Stammkern nicht in der Mitte des Stabes, sondern etwa 4 bis 5 cm seitlich lag, Abb. 2. Die Dicke der Jahresringe wechselte von 7 mm auf 2 mm, und zwar liegen die breiten Jahresringe im Gegensatz zur Sorte I nicht in der Gegend des Stammkerns, sondern in den weiter hiervon entfernten äußeren Teilen. Herbstzone und Frühjahrszone sind wieder ähnlich aufgebaut. Die Markstrahlen sind ebenfalls deutlich zu erkennen.

Bei den Längsstäben verliefen die Holzfasern krummlinig und stark verwunden zur Stabachse. Bei Probestab I_a war die Dicke der Jahresringe in der einen Stabhälfte 7 mm gegenüber 3 mm in der andern Stabhälfte. Abb. 4 zeigt den Verlauf der Jahresringe an den Endflächen der Stäbe. Der Feuchtigkeitsgehalt betrug 12,5 vH. Die Untersuchungsergebnisse der Längsstäbe zeigt Zahlentafel 10.

Zahlentafel 9. Ergebnisse der Versuche an Längs- und Querstäben aus Eichenholz, Sorte I.

Probestab Sorte		Schubspannung 2,3 kg/cm²	23 kg/cm²	45 kg/cm²	68 kg/cm²	90 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdreh. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
Längsstab I, Raumgewicht 0,712	Schubmodul	10 120	9700	9610	9420	9090	64	1,95	217
Längsstab II, Raumgewicht 0,695	„	9 390	9150	9070	8880	8550	57	1,73	205
Querstab 1, Raumgewicht 0,694	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	5 010	4810	4570	4030	—	30	1,3	113
	Schubmodul bei 20 cm Meßlänge	5 270	5180	4930	4620	—			
Querstab 2, Raumgewicht 0,69	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	5 130	5090	4730	4450	—	40	1,59	113

Zahlentafel 10. Ergebnisse der Versuche an Längsstäben aus Eichenholz Sorte II.

Längsstab Sorte II		Schubspannung 2,2 kg/cm²	22 kg/cm²	44 kg/cm²	66 kg/cm²	88 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdr. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
I_a, Raumgewicht 0,665	Schubmodul	9 390	9 300	9 250	9 000	8 840	54	1,29	194
II_a, Raumgewicht 0,665	Schubmodul	9 250	9 060	8 910	8 670	8 600	35	1,21	188

Zahlentafel 11
Ergebnisse der Versuche an Querstäben aus Eichenholz Sorte II.

Querstab	Schubspannung	2,2 kg/cm²	22 kg/cm²	44 kg/cm²	77 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdr. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
I Raumgewicht 0,675	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	4700	4610	4500	3760	39	1,04	112
	Schubmodul bei 20 cm Meßlänge	4910	4840	4720	—			
II_b*) Raumgewicht 0,676	Schubmodul bei 10 cm Meßlänge	4850	4860	4520	4000	36	1,52	111

*) Bruchverlauf von Stab II_b Abb. 2.

Bei den Querstäben gelang es, das verschiedene Verhalten der besonderen Lage der Jahresringe im Stab bei der Verdrehung noch deutlicher als bei den vorhergehenden Probehölzern darzulegen, da wegen der seitlichen Lage des Stammkerns dieser gesondert und ebenso der äußere Stammteil für sich allein untersucht werden konnte. Die Drehwinkel der beiden Teile wurden auf den Meßstrecken von 10 cm zwischen den aus Abb. 2 ersichtlichen Meßpunkten *a—c* und *c—e* bestimmt. Es ergab sich dabei bei Querstab I_b folgendes:

Querstab	Schubspannung	2,2 kg/cm²	11 kg/cm²	22 kg/cm²	Zwischen den Meßpunkten
I_b Raumgewicht 0,675	Schubmodul	4910	4750	4660	*a — c* (Stabachse tangential zu den Jahreslagen)
	Schubmodul	5070	5000	4970	*c — e* (Stabachse schneidet die Jahresringe)

Bei den Querstäben setzt also jener Teil, wo die Stabachse tangential den Jahresringen läuft, der Verdrehung einen geringeren Widerstand entgegen als der Teil, wo die Jahresringe von der Stabachse geschnitten werden.

Hierauf wurde der Versuch in der früheren Weise fortgesetzt, um wegen des Vergleichs mit den vorhergehenden Stäben gleiche Versuchsbedingungen zu haben. Die Meßstrecken waren symmetrisch zur Stabmitte angeordnet. Dadurch kam bei einer Länge von 10 cm zwischen den Meßpunkten *b—d* die Hälfte des inneren Stammteils, bei einer Länge von 20 cm zwischen den Meßpunkten *a—e* wieder der ganze innere Stammteil in Verbindung mit dem äußeren Teil bei der Messung der Verdrehung zur Wirkung. Bei Stab II_b, Zahlentafel 11, erstreckte sich die Untersuchung nur auf die Meßstrecke von 10 cm zwischen den Punkten *b* und *d*, Abb. 2.

Esche

Die Dicke der Jahresringe schwankte zwischen 6 und 3 mm. Dabei überwiegt in der Dicke die dichte Herbstzone die stark porige Frühjahrszone. Der Winkel der Jahresringe zu einer Querschnittseite betrug bei den Längsstäben 90° und rd. 60°. Die Längsfasern liefen krummlinig und verwunden zur Stabachse.

Abb. 4
Verlauf der Jahresringe an den Endflächen der Stäbe aus Eichenholz Sorte II.

Den Verlauf der Jahresringe bei den Querstäben zeigt Abb. 2. Die Verdrehung wurde bei den Meßstrecken 10 und 15 cm gemessen, wobei sich der Schubmodul bei beiden Meßstrecken gleich groß ergab. Der Verdrehungswiderstand dürfte demnach unabhängig vom Aufbau der Holzfaser und der Lage der Jahresringe zur Verdrehungsachse sein. Der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes betrug 11,3 vH. Die Ergebnisse der Verdrehungsversuche sind in Zahlentafel 12 zusammengestellt.

Die Bruchlinie von Querstab I verläuft, ähnlich wie bei Kiefernholz, etwas zackig unter einem Winkel von 45° zur Stabachse und nahezu senkrecht zu den Jahresringen. Den Bruchverlauf von Querstab II zeigt Abb. 2.

Zusammenfassung

In Zahlentafel 13 und 14 sind zum unmittelbaren Vergleich die Mittelwerte der Versuchsergebnisse der fünf verschiedenen Holzarten nochmals zusammengestellt.

Aus den Versuchen an Längsstäben, Zahlentafel 13, ergibt sich: Der Schubelastizitätsmodul und die Verdrehungsfestigkeit nehmen bei allen Holzarten mit dem Raumgewicht, anscheinend in der Hauptsache geradlinig, zu, wie dies die graphische Aufzeichnung ergab. Bauschinger und auch Baumann fanden dasselbe bei den

Zahlentafel 12
Ergebnisse der Versuche an Längs- und Querstäben aus Eschenholz.

Probestab	Schubspannung	2,3 kg/cm²	23 kg/cm²	46 kg/cm²	69 kg/cm²	92 kg/cm²	115 kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Bruchverdr. °/cm	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²
Längsstab I Raumgewicht 0,817	Schubmodul	12 420	12 470	12 200	11 900	11 800	11 500	95	2,08	254
Längsstab II Raumgewicht 0,816	„	12 300	12 400	12 300	12 200	12 000	11 400	90	1,84	273
Querstab I Raumgewicht 0,828	„	7 260	7 110	7 030	6 800	6 270	—	60	1,49	156
Querstab II Raumgewicht 0,806	„	7 490	7 400	7 210	6 920	6 590	—	62	1,21	154

Zahlentafel 13
Längsstäbe (Stäbe in der Faserrichtung entnommen).

Holzart	Feuchtigkeitsgehalt vH	Raumgewicht lufttrocken	Raumgewicht getrocknet bei 95° C	Schubmodul bei der Prop.-Gr. kg/cm²	Prop.-Gr. kg/cm²	Verdrehungsarbeit bis zur Prop.-Gr. cmkg/cm³	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²	Bruchverdrehung °/cm
Fichte	11,9	0,390	0,347	6 700	49	0,059	94	1,13
Kiefer	12,2	0,537	0,474	8 300	72	0,101	134	1,37
Rotbuche	11,3	0,668	0,588	9 300	72	0,091	245	2,78
Eiche	12,1	0,684	0,597	9 100	53	0,050	201	1,55
Esche	11,3	0,817	0,729	11 900	92	0,116	264	1,96

Zahlentafel 14
Querstäbe (Stäbe quer zur Faserrichtung entnommen).

Holzart	Feuchtigkeitsgehalt vH	Raumgewicht lufttrocken	Raumgewicht getrocknet bei 95° C	Schubmodul bei einer Meßstrecke von 10 cm*) (Mitte) kg/cm²	20 cm**) (Mitte und außen) kg/cm²	10 cm***) (außen) kg/cm²	Prop.-Gr. bei einer Meßstrecke von 20 cm**) kg/cm²	Verdrehungsarbeit bis zur Prop.-Gr. Mitte und außen**) cmkg/cm³	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²	Bruchverdr. °/cm
Fichte	11,9	0,380	0,335	710	1050	2100	2,8	0,0012	34	1,9
Kiefer	12,2	0,528	0,464	1550	2080	3150	9	0,0069	46	1,4
Rotbuche	11,3	0,681	0,601	5400	5400	5400	43	0,0528	151	2,0
Eiche	12,1	0,683	0,601	4680	4860	5300	36	0,0437	112	1,36
Esche	11,3	0,817	0,725	7000	7000	7000	61	0,083	155	1,35

*) Jahresringe nahezu parallel zur Stabachse, Abb. 2 **) desgl. parallel und schief zur Stabachse ***) desgl. schief zur Stabachse

Nadelhölzern hinsichtlich der Zug-, Druck- und Biegungsfestigkeit und des Elastizitätsmoduls E.

Die Proportionalitätsgrenze scheint angenähert dem gleichen Gesetze zu folgen. Doch sind hier schon größere Abweichungen vorhanden. Das gleiche gilt noch im verstärkten Maße von der Verdrehungsarbeit bis zur Proportionalitätsgrenze und von der Bruchverdrehung.

Die Jahresringbreite beeinflußt ebenfalls die Drehfestigkeitseigenschaften; doch ist hier weniger die Breite des ganzen Jahresringes von Einfluß als die Beschaffenheit der Frühjahrs- und der Herbstzone. Je breiter und dichter die Herbstzone, desto größer das Raumgewicht und damit folgemäßig die Festigkeit.

Der Neigungswinkel der Jahresringe zu einer Querschnittseite bei den einzelnen Proben wechselte von 45 bis 90°. Ein nennenswerter Einfluß der Jahresringneigung auf die Festigkeitseigenschaften konnte bei diesen Proben (im Gegensatz zu Carringtons[6]) Versuchen) infolge der größeren Streuungen nicht gefunden werden.

Die beim Verdrehungsversuch berechnete Schubfestigkeit ist bekanntlich die größte Schubspannung, die das Holz im Zustand der reinen Schubbeanspruchung zu übertragen vermag. Beim gewöhnlichen Scherversuch hingegen tritt nie eine reine Schubbeanspruchung auf. Sie ist immer von Druck- und Biegebeanspruchungen begleitet. Deshalb ist diese Scherfestigkeit auch kleiner, und zwar beträgt sie ungefähr ⅓ der beim Verdrehungsversuch gefundenen Schubfestigkeit.

Anschließend sind noch einige Ergebnisse von nebenbei angestellten Verdrehungsversuchen mit zwei Hölzern von größerem quadratischen Querschnitt, nämlich 9,4 cm × 9,4 cm und 12 cm × 12 cm, angeführt. Die Stäbe waren in der Längsrichtung entnommen und mit Ästen durchsetzt.

Holzart	Prop.-Gr. kg/cm²	Verdrehungsfestigkeit kg/cm²	Schubmodul kg/cm²
Fichte	73	82	7 300
Douglastanne	90	150	13 800

Aus den Versuchen an Querstäben, Zahlentafel 14, ergibt sich: Die Festigkeitswerte nehmen auch quer zur Faserrichtung mit dem Raumgewicht zu.

Für den Schubmodul wurden bei Fichte, Kiefer und Eiche, und zwar bei letzterer nur mehr im geringen Maße, für die zwei Meßlängen 10 und 20 cm verschiedene Werte gefunden, was auf den verschiedenen Jahresringverlauf und ferner auf gleichzeitiges Vorhandensein von Holz aus Kern- und Randzone des Stammes zurückzuführen sein dürfte. Schon länger ist bekannt, daß die Festigkeit des Holzes nahe der Markröhre kleiner als im äußeren Stammteil (mit Ausnahme des Splintholzes) ist. Bei Rotbuche und Esche bestand wegen des dichteren Gefügeaufbaues kein Unterschied mehr. Hinsichtlich der Scherferstigkeit gilt für Nadelhölzer nach Bauschinger das gleiche.

Vergleicht man die Zahlenwerte längs und quer zur Faserrichtung, so findet man bei Fichte und Kiefer die größten Unterschiede, bei Rotbuche, Eiche und Esche werden diese geringer. Die Zahlen über die Verdrehungsarbeit bis zur Proportionalitätsgrenze geben ebenfalls ein gutes Bild von dem ungleichmäßigen Holzaufbau.

Die Drehfestigkeit ist in der Querrichtung ebenfalls bedeutend kleiner als in der Längsrichtung. Die Proben der Querstäbe brachen immer in der Stammitte und senkrecht zu den Jahresringen, was auf die oben erwähnten Ursachen zurückzuführen ist. Die Bruchlinie verlief bei einigen Stäben senkrecht zur Stabachse (in diesem Falle mit dem Auftreten der größten Schubbeanspruchung in dieser Schnittrichtung zusammenfallend), bei den meisten Stäben jedoch schief, und zwar in einem Winkel von rd. 45° zur Stabachse.

In den unter einem Winkel von 45° zur Stabachse liegenden Schnittrichtungen sind nun keine Schubspannungen vorhanden, sondern nur Zug- oder Druckspannungen, die gleich den Schubspannungen senkrecht und parallel der Stabachse sind. In Frage käme daher hier die Überschreitung der Zugfestigkeit quer zur Faserrichtung, weil nach dem Drehsinn des angewandten Momentes der Bruch in der hierfür in Betracht kommenden Schnittrichtung eintrat. Die von Baumann in Heft 231 der Forschungsarbeiten des V. d. I. für verschiedene Holzarten angegebenen Zugfestigkeiten quer zur Faser und parallel zu den Jahresringen haben nun ungefähr die gleiche Größe wie die hier gefundenen Verdrehungsfestigkeiten, wodurch sich eine Übereinstimmung mit der Art der Bruchfestigkeit ergeben dürfte.

Wie bei Holz nicht anders zu erwarten war, sind die Einzelwerte ziemlich starken Schwankungen unterworfen. Zur Erlangung eines besseren Mittelwertes hätte man mehr Stäbe prüfen müssen, was aber die Versuchsarbeit bedeutend vergrößert hätte. Die Versuche dürfen aber immerhin einen guten Anhalt für die Beurteilung der Verdrehungseigenschaften der untersuchten Holzarten geben. [B 736]

[6]) Vergl. [2]) S. 500.

Das neue Bildfunkverfahren Lorenz-Korn

Von Dr. F. Noack, Berlin-Schlachtensee

Prof. Korn, der Pionier auf dem Gebiete des Bildfunkwesens, der sich bereits seit zwanzig Jahren mit der Frage der Bildtelegraphie befaßt[1]), hat kürzlich sein neues Verfahren vorgeführt, das in Zusammenarbeit mit dem preußischen Innenministerium und der preußischen Polizei von der Firma C. Lorenz, A.-G., Berlin-Tempelhof, ausgebildet worden ist. In diesem Verfahren hat Prof. Korn seine zwanzigjährigen Erfahrungen auf dem Gebiete der Bildtelegraphie nunmehr in die Tat umgesetzt.

Das Verfahren hat, wenigstens auf der Sendeseite, immerhin eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Bildfunkverfahren von Telefunken (Telefunken-Karolus[2])), auf der Empfangsseite jedoch weist das Lorenz-Korn-Verfahren wesentliche Unterschiede gegenüber dem Telefunkenverfahren auf. Und zwar hat die Sendeseite bei dem neuen Verfahren Unterschiede gegenüber dem Telefunken-Karolus-Verfahren, die besonders für den beabsichtigten Zweck von einer gewissen Bedeutung sind. Während nämlich bei dem Telefunken-Karolus-Verfahren die Umsetzung der optischen Impulse in elektrische Impulse durch eine ringförmige Photozelle, die Karoluszelle, bewirkt wird, die als Sonderartikel recht teuer ist, verwendet Prof. Korn bei seinem Verfahren eine ähnliche, jedoch wesentlich vereinfachte Anordnung.

Von einer Lichtquelle, Abb. 1, wird durch eine Sammellinse ein Lichtstrahlenbündel auf die Lichtwalze so geworfen, daß auf dieser ein punktförmiger Lichtfleck entsteht, der durch eine Lupe einer normalen lichtelektrischen Zelle zugeführt wird. Die lichtelektrische Zelle, die die Form eines Röhrchens hat, weist bei 120 V Vorspannung eine Empfindlichkeit von 1×10^{-8} A/L_x auf. Die in der Photozelle entstehenden Ströme werden einem Verstärker zugeführt, der einen Funkentelegraphiesender steuert.

Korn überträgt bei seinem Verfahren lediglich Schwarzweißfarben, während Halbtöne in dem Sinne, wie das bei dem Telefunken-Karolus-Verfahren geschieht, nicht ausgesendet werden. Das hat einen großen Vorteil, nämlich den, daß die ganze Apparatur störungsunempfindlich ist.

Die Empfangsseite, Abb. 2, besteht aus einem normalen Funkentelegraphieempfänger, einem Gleichrichtergerät (Audion) und einer Siebkette. Die vom Gleichrichter umgeformten elektrischen Bildimpulse werden dem Faden eines Saitengalvanometers zugeführt, der den von einer Lichtquelle durch einen kleinen Spalt auf die Empfängerbildwalze geworfenen Lichtstrahl abblendet. Die Dicke des Galvanometerfadens ist, wie die Spaltgröße, so groß gewählt, daß bei geringen Ausschlägen des Fadens der Lichtstrahl noch nicht, sondern erst bei großen Ausschlägen abgeblendet wird. Dadurch ist erreicht, daß geringe Schwankungen der vom Sender zum Empfänger übertragenen Energie sich nicht störend bemerkbar machen, Schwankungen, wie sie von atmosphärischen und ähnlichen Störungen herrühren können. Diese Unempfindlichkeit der ganzen Einrichtung gegen Störungen ließ sich naturgemäß nur bei Verzicht auf Halbtonübertragungen durchführen. Sie erfüllt infolge dieser Eigenschaft eine wichtige Forderung der Behörden.

Wichtig für die Bildübertragung ist bekanntlich der Gleichlauf, d. h. die Übereinstimmung der Drehgeschwindigkeit von Sender- und Empfängerwalze. Bei Verfahren, die mit sehr hohen Drehgeschwindigkeiten arbeiten, wird die Gleichlaufregelung äußerst verwickelt. Da Prof. Korn bei seinem Verfahren nur eine mittlere Übertragungsgeschwindigkeit benutzt — er überträgt 2400 Bildpunkte von der Größe von $^1/_{16}$ mm² in 1 s —, so konnte er folgende sinnreiche Gleichlaufregelung anwenden: Er setzt auf die Achse des Senderantriebmotors eine Kollektorscheibe, von der zwei Leitungen nach dem Verstärker auf der Senderseite führen, die in den Gitterkreis des Verstärkers eingeschaltet sind. Durch den Kollektor wird die Gittervorspannung des Verstärkers in einem gewissen Rhythmus, nämlich mit 1100 Hertz, verändert, so daß die vom Sender ausgestrahlten Wellen mit 1100 Hertz moduliert sind. Auf der Empfängerseite wird der modulierte Anteil der empfangenen Energie durch die vorhererwähnte Siebkette ausgesiebt, über einen besonderen Verstärker verstärkt und einer Synchronisierungswicklung des Empfängerantriebmotors zugeführt. Gleichzeitig wird vom Verstärker her Spannung mit 1100 Hertz einer Glimmlampe zugeführt, die eine stroboskopische Scheibe beleuchtet. Der Gleichlauf wird demnach beim Lorenz-Korn-Verfahren sowohl selbsttätig als auch optisch, im letzteren Falle durch Beobachtung der stroboskopischen Scheibe und Betätigen des Anlaßwiderstandes für den Motor geregelt.

Der Beginn der Umdrehung der empfangenden Bildwalze im richtigen Augenblick wird dadurch bewirkt, daß der erste vom Sender ausgestrahlte und vom Empfänger empfangene Wellenimpuls auf der Empfangsseite ein polarisiertes Relais betätigt, das eine magnetische Kupplung zwischen dem Schneckengetriebe des Antriebwerkes und der Walzenachse einschaltet.

Die Modulation der vom Sender ausgestrahlten Wellen stört die Übertragung nicht, da ja das Saitengalvanometer von vornherein, wie schon gesagt, so unempfindlich eingestellt wird, daß es auf die geringen Schwankungen der übertragenen Energie, die die Modulation bewirkt, nicht anspricht.

Das von Korn bei allen seinen Bildübertragungsverfahren angewandte Saitengalvanometer gestattet die Übertragung von 10 000 Bildzeichen in 1 s. Da er bei dem hier beschriebenen Verfahren nur 2400 Bildpunkte in 1 s über-

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 227. [2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 725, 1659.

Abb. 3
Schema des Empfängeraufbaues.

a Antriebmotor
b Glimmlampe
c stroboskopische Scheibe
d Kupplung
e Getriebe
f magnetische Kupplung
g Bildwalze
h Spalt mit Linse
i Lichtschutzhaube zur Einführung des Bildpapiers
k Schraubspindel zur seitlichen Fortbewegung der Bildwalze
l Faden des Saitengalvanometers
m Fadenlinse
n Beleuchtung mit Blende
o Polschuhe
p Magnetspulen
q Zahnradgetriebe

Abb. 1
Schaltbild des Senders.

a Antriebmotor
b Röhrengetriebe
c Synchronisierungsmodulation
c₁ Kollektorscheibe
d lichtelektrische Zelle
e Bildwalze
f Sammellinse
g Lichtquelle
h Verstärker, Bildfrequenz
i Zwischenkreissender

Abb. 2
Schaltbild des Empfängers.

a Empfänger
b Gleichrichter
c Getriebe
d Bildwalze
e Synchronisierungsspannung
f Synchronverstärker
g Antriebmotor
h Glimmlampe mit stroboskopischer Scheibe
i Magnete
k Faden eines Saitengalvanometers
l Linse
m Beleuchtung
n Linse

Abb. 4 und **5**
Bildfunkempfänger Lorenz-Korn.

a Saitengalvanometer m. Sammellinse, Erregerspule und Lampe
b Gehäuse
c Antriebmotor, Einankerumformer mit Synchronisierungswicklung für 24 V
d stroboskopische Scheibe
e Schneckenradübersetzung
f Schalter
g Lichtschlitz
h Beobachtungsöffnung
i magnetische Kupplung
k Synchronverstärker mit Siebkette
l Siebkette
m Funkempfangsgerät
n Gleichrichterröhre
o Phasenrelais
p Lichtschutzhaube zur Einführung des Bildpapiers
q Widerstand zum Regeln des Fadenstromes
r Beleuchtung mit Blende
s Regelung der mech. Fadenspannung
t Fadenlinse

trägt, so findet eine völlig einwandfreie Übertragung der Bildzeichen statt.

Die eigenartige Gleichlaufregelung hat außer andern Vorteilen noch den, daß nur eine Welle zur Übertragung benutzt wird. Die geringe Übertragungsgeschwindigkeit verbreitert die Welle nur auf etwa 1200 Hertz, so daß die Seitenbänder nur eine geringe Größe haben, infolgedessen kommt eine unnötige Belastung der Wellenverteilung nicht in Frage.

Die vorher erwähnte Übertragungsgeschwindigkeit ergibt eine Übertragungszeit von $2\frac{1}{2}$ min für ein Bild von 13×18 cm². Die Unempfindlichkeit gegenüber Störungen aller Art machen das Lorenz-Korn-Verfahren für die Benutzung einer funkentelegraphischen Übertragung besonders geeignet, eine Übertragung, die besonders im Dienste der Polizei, der das Verfahren ja in erster Linie dienen soll, von Nutzen ist.

Der Aufbau der Einrichtungen ist äußerst einfach, infolgedessen auch sehr betriebsicher und billig; sie können auch von weniger geübten Beamten leicht bedient werden.

Abb. 3, 4 und 5 zeigen noch einmal den Aufbau des Empfängers. Abb. 6 gibt den Sender wieder, allerdings ohne Antriebwerk, Verstärkungseinrichtungen und Gehäuse. In Abb. 6 bedeuten: *a* die Bildwalze mit aufgelegtem Bild, *b* die Sammellinse, die den Lichtstrahl auf die Walze wirft; *c* den Behälter, worin sich die Photozelle befindet, die von dem Bild zurückgeworfenes Licht erhält; *d* die Linse, die das reflektierte Licht des Bildpunktes auf die im Behälter *c* befindliche Zelle wirft; *e* die Lichtquelle, die einen Lichtstrahl durch *b* auf die Bildwalze *a* wirft.

Abb. 6
Bildfunksender Lorenz-Korn ohne Antriebwerk und Schutzgehäuse.

a Bildwalze mit aufgelegtem Bild
b Sammellinse
c Behälter für Photozelle
d Linse für reflektiertes Licht
e Lichtquelle

Kriminalpolizei Berlin Berlin, den 16. Januar 1928.

Festnahme

wegen Mordes Karl Träubotter, Mechaniker, 17.3.78 Berlin geb., 1,65 gross, braume Augen, Schussverletzungen am linken Unterarm, Grenzübertritt vermutet. Im Erfolgfalle sofort Funknachricht an Kripo Berlin, Krim.-Inspektion A zu 1765 IV, V 16. C.

Abb. 7
Ein nach dem Bildfunkverfahren Lorenz-Korn übertragener Steckbrief.

In Abb. 4 und 5 bedeuten: *a* das Saitengalvanometer mit Sammellinse, Erregerspule und Lampe; *b* das Gehäuse, in dem sich der Schlitten mit der Bildwalze bewegt; *c* den Antriebmotor, Einankerumformer mit Synchronisierungswicklung, 24 V; *d* die stroboskopische Scheibe zur Sichtbarmachung des Gleichlaufs; *e* das Schneckenübersetzungsgetriebe; *f* den Schalter zum Einschalten der Kupplung zwischen Getriebe und Bildwalze; *g* den Lichtschlitz mit Sammellinse, den der Schatten des Galvanometerfadens verdeckt oder freigibt, wodurch das photographische Papier auf der Walze nicht belichtet oder belichtet wird; *h* die Öffnung, durch die der Lichtpunkt auf der Walze beobachtet werden kann; *i* die magnetische Kupplung zwischen Bildwalze und Getriebe, die zu Beginn der Übertragung die Bildwalze in Umdrehung versetzt; *k* den Verstärker zur Verstärkung der Synchronisierungsimpulse für den Gleichlauf; *l* die Siebkette zur Aussiebung der Synchronisierungsimpulse; *m* das Funkempfangsgerät für den Empfang der Wellen; *n* die Audionröhre des Empfängers; *o* das Relais zur Einschaltung der richtigen Phase zwischen Empfänger- und Senderbildwalze; *p* die Kappe, in der sich die Bildwalze befindet (die Kappe wird mit der Bildwalze herausgenommen und kann sofort gegen eine andre ausgetauscht werden); *q* den Widerstand im Nebenschluß zum Faden des Galvanometers, durch den der Strom sowie die Dämpfung des Fadens reguliert werden kann; *r* die Beleuchtung mit Blende; *s* die Regelung der mechanischen Fadenspannung und *t* die Fadenoptik.

Abb. 7 zeigt einen nach dem oben beschriebenen Verfahren übertragenen Steckbrief. [M 1227]

RUNDSCHAU

Schiffs- und Seewesen

Leistung und Wirtschaftlichkeit von Flußschleppern verschiedener Antriebart

Die Grundlage für den wirtschaftlichen Vergleich von Flußschleppern verschiedener Antriebart[1]) bildete ein Schleppversuchsprogramm, das den Vergleich verschiedener Antriebe unter Ausschaltung jedweder Nebeneinflüsse und Störungen und unter den gleichen Voraussetzungen vorsah. Zu diesem Zweck wurden in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt ein Zweischrauben-Tunnelschlepper, ein Dreischrauben-Tunnelschlepper, ein Seitenradschlepper, ein Lloydradschlepper und dazu später noch ein Vierschraubenschlepper im Maßstab 1 : 20 mit Innenbordantrieb geschleppt. Die Hauptangaben über diese Schlepper enthält Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Abmessungen	Dreischrauben-Tunnelschlepper	Zweischrauben-Tunnelschlepper	Seitenradschlepper	Lloydradschlepper
Länge zwischen den Loten . . . . m	51,0	50,0	74,25	58,0
Breite auf Spanten „	9,6	9,4	8,645	7,8
Tiefgang . . . . „	1,3	1,3	1,3	1,3
Verdrängung . . t	445,6	447,6	615	462,2
Indizierte Leistung PS_i	1275	1240	—	—
Leistung an der Welle WPS	1085	1085	1085	1085
Drehzahl bei 11 km/h und 2,5 m Wassertiefe . . Uml./min	191,2	164,3	40,4	29,1
Anzahl der Schrauben oder Räder . .	3	2	4	6
Dmr. von Schrauben- oder Zapfenkreis mm	1900	2240	2859	3180
Flügel- oder Schaufelzahl	3	3	7	7 und 8
Gesamt-Schraubenkreis oder Schaufelfläche . . . . m²	8,505	7,88	11,65	19,2
Eingetauchter Schraubenkreis od. Schaufelfläche m²	6,13	4,84	8,5	13,565

Für alle Modelle wurde eine Einheitsantriebleistung von 1085 PS_e angenommen, die bei 1,30 m Schleppertiefgang und einem Wasserstand von 2,5 m am Kölner Pegel ausreichen soll, vier gut geformte Schleppkähne von insgesamt 5000 t Ladung mit ungefähr 12 t Trossenzug und 11,2 km/h Geschwindigkeit gegen Strom zu schleppen.

Die Versuche wurden in dem Geschwindigkeitsbereich von 9 bis 13 km/h ausgeführt. Die Radschlepper, vor allem der Lloydradschlepper, erfassen eine größere Wassermasse als die Schraubenschlepper, Zahlentafel 1, so daß die Wasserbeschleunigung zur Schuberzeugung dementsprechend geringer ausfällt und somit ein höherer Wirkungsgrad erzielt wird. Weiterhin zeigen die Versuche eine grundsätzliche Überlegenheit des Seitenradantriebes vor den am Heck arbeitenden Antriebarten. Beim Heckantrieb trägt der Sog am Boden des Hinterschiffes wesentlich zu einer hecklastigen Vertrimmung bei, die die Schleppwirkung beeinträchtigt. Während der Seitenradschlepper eine gleichlastige Absenkung erfährt, da er nur das zu beiden Seiten zuströmende Wasser beschleunigt. Nach Abänderung der Hinterschiffsform und Verbesserung des Antriebes des Lloydradschleppers ergaben sich folgende Vergleichswerte für die Schleppleistung bei 11,2 km/h Schleppgeschwindigkeit:

Seitenradschlepper bester Konstruktion .	100 vH
Lloydradschlepper	108 vH
Dreischraubenschlepper	75 vH
Zweischraubenschlepper	69 vH

Diese Werte sind in Zahlentafel 2 eingesetzt worden und ergeben aus dem Verhältnis jährliche Gesamtunkosten zu Jahresschleppleistung die für den Vergleich der Wirtschaftlichkeit maßgebenden Schleppselbstkosten für 1 t auf der Fahrt Ruhrort—Mannheim.

Die Gesamtunkosten, Zahlentafel 2, Spalte 11, umfassen: Löhne und soziale Lasten, Lotsengebühren, Provisionsgebühren, Kaskoversicherung (3,4 vH von drei Viertel des Baupreises), Brennstoffkosten (Kohle 22 ℳ/t, Öl 128 ℳ/t), Materialkosten, Reparatur, Steuer und Verwaltung, Abschreibung 7,5 vH und Verzinsung 5 vH des Baupreises. Von dieser Gesamtsumme sind abzuziehen die Einnahmen aus den Talreisen, mit 400 ℳ je Tag eingesetzt.

Wenn auch der Lloyd- und der Seitenradschlepper mit Dieselmotor den Zwei- oder Dreischraubenschleppern wirtschaftlich überlegen ist, so ist doch der Vierschraubenschlepper, dessen Versuche erst nachträglich dem Programm zugefügt wurden, nicht viel ungünstiger als die ersteren. Außerdem können die Seitenradschlepper besonders im Binger Loch wegen ihrer großen Gesamtbreite über den Rädern nur mit 1,3 m Tiefgang fahren, während die Schraubenschlepper infolge der nach der Strommitte zunehmenden Fahrwassertiefe tiefer tauchen können, so daß die günstigsten Möglichkeiten für den Schraubenschlepper in dieser Versuchsreihe noch nicht enthalten sind.

Es soll daher als Ergänzung noch ein Schraubenschlepper mit größeren und langsamer laufenden Schrauben untersucht werden, dessen Flügelspitzen 0,30 m unter Unterkante Kiel reichen. Nach früheren Versuchen der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt dürfte sich dadurch eine Verbesserung um rd. 15 vH erzielen lassen, was bedeuten würde, daß zum mindesten die Drei- und Vierschraubenschlepper mit in die erste Reihe der wirtschaftlichen Güte rücken. Auch der etwas schmalere Lloydschlepper wird nochmals mit 1,45 m Tiefgang untersucht. Für den Oberrhein von Mannheim bis Basel mit seiner geringeren Wassertiefe würden indessen die Radschlepper in der Tat zur Zeit noch die wirtschaftlichere Art darstellen. [N 1232] Gutsche

[1]) R. Zilcher, „Werft — Reederei — Hafen" Bd. 8 (1927) S. 556.

Zahlentafel 2
Leistungs- und Kostenvergleich auf der Strecke Ruhrort—Mannheim auf Grund der in Vergleich gestellten Schleppleistungen

	Schlepperart	Maschinenanlage	Länge m	Breite m	Tiefgang m	Betriebsgewicht*) t	Baupreis ℳ	Brennstoffgewicht**) Kohlen t	Brennstoffgewicht**) Öl t	Betriebsverdrängung t	Gesamtunkosten im Jahre ℳ	Schleppleistung vH	Bergfahrten im Jahre —	Jahresschleppleistung t	Vergleichs-Schleppselbstkosten ℳ/t
1	Lloydrad . . .	Dieselmotor	58	7,8	1,3	445	658 000	—	20	465	221 950	108	30	162 000	1,37
2	Seitenrad . . .	Kolbendampfmaschine	76	9,0	1,3	640	645 000	100	—	740	219 919	100	27	135 000	1,63
3	„ . . .	Turbine	73	8,75	1,3	600	620 000	90	—	690	207 495	100	27	135 000	1,54
4	„ . . .	Dieselmotor	65	7,50	1,3	475	575 000	—	20	495	209 935	100	30	150 000	1,39
5	Zweischrauben	Kolbendampfmaschine	65	9,5	1,3	460	480 000	100	—	560	195 403	69	27	93 150	2,09
6	„	Turbine	63	9,0	1,3	420	475 000	100	—	520	184 208	69	27	93 150	1,97
7	„	Dieselmotor	43	7,75	1,3	280	375 000	—	20	300	177 376	69	30	103 500	1,70
8	Dreischrauben .	Kolbendampfmaschine	71,5	9,70	1,3	500	530 000	105	—	605	207 895	75	27	101 250	2,04
9	„	Dieselmotor	45	8,50	1,3	315	400 000	—	20	335	182 531	75	30	112 500	1,62
10	Vierschrauben .	„	46	9,80	1,3	355	485 000	—	25	380	204 256	88	30	132 000	1,55

*) Betriebsfertiges Schiff mit Antriebanlage von 1085 PS_e ohne Brennstoff. **) Für Fahrt Ruhrort—Mannheim.

Eisenbahnwesen

Der neue Rippenplattenoberbau (Oberbau K) der Deutschen Reichsbahn

Etwa ein Fünftel des Anlagekapitals der Deutschen Reichsbahn, das rd. 25 Milliarden ℳ beträgt, entfällt auf den Oberbau. Daß es bei einem so großen Kapitalaufwand besonders wünschenswert ist, dem Oberbau eine möglichst hohe Lebensdauer zu verleihen, ist ohne weiteres verständlich. Diesem Bestreben wirken aber die Verhältnisse, unter denen der Oberbau beansprucht wird, gerade entgegen. Schienen und Schwellen sind dem Angriff der Luft und der Feuchtigkeit ununterbrochen ausgesetzt; die Eisenteile werden daher durch Rost, die hölzernen Schwellen durch Fäulnis zerstört. Dazu kommt, daß der Oberbau nicht ruhig liegt. Durch die über ihn hinwegrollenden Züge werden Kräfte auf ihn übertragen, die in allen Richtungen wirken, in senkrechter Richtung, in der Längsrichtung und in der Querrichtung. Alle diese Kräfte rütteln an den Befestigungsmitteln und suchen das einheitliche Gefüge des Oberbaues zu lockern. Die Lockerung führt einen raschen Verschleiß herbei und erleichtert der Feuchtigkeit das Eindringen.

Deshalb muß danach gestrebt werden, die Verbindungen zwischen Schiene und Schwelle recht fest zu gestalten, damit zwischen den Befestigungsmitteln, den Schienen und Schwellen möglichst wenig Bewegung stattfinden kann. Die bisher üblichen Oberbauarten tragen diesem Gesichtspunkt nicht in der wünschenswerten Weise Rechnung. Wie Abb. 1 zeigt, legte man Unterlagsplatten unter die Schienen, um den Flächendruck auf die Schwelle — es handelt sich zunächst nur um hölzerne Schwellen — herabzusetzen. Zur Befestigung der Schiene auf der Unterlagsplatte und der Befestigung der Platte auf der Schwelle dienen hierbei dieselben Befestigungsmittel, die Schwellenschrauben. Die Größe der Reibung zwischen Schiene und Platte hängt also von der Anspannung der rechten Schwellenschraube (s. Abb. 1) ab. Diese Anspannung muß also so stark wie möglich sein. Anderseits darf sie aber über ein bestimmtes Maß hinaus nicht gesteigert werden, weil sonst eine Zerstörung der Holzfaser eintritt. Es muß auffallen, daß man den grundsätzlichen Fehler so lange beibehalten hat. Es sind zwar schon Versuche gemacht worden, eine Trennung der Befestigungsmittel durchzuführen, sie haben aber ihrer andern Nachteile wegen in Deutschland keinen Eingang gefunden.

Der neue Rippenplattenoberbau (hergestellt nach den Angaben von Dr.-Ing. Buchholz und nach den Patenten der Gesellschaft für Eisenbahn-Oberbaumaterial) vermeidet diese Nachteile in glücklicher Weise. Wie Abb. 2 zeigt, ist die Befestigung der Unterlagsplatte auf der Schwelle vollständig getrennt von der Befestigung der Schiene auf der Platte, so daß jede ihrem besonderen Bedürfnis angepaßt werden kann. Die Unterlagsplatte wird mit vier Schwellenschrauben auf die Schwelle geschraubt. Infolge ihrer Loslösung vom Schienenfuß rücken die Schwellenschrauben weiter von der Mitte ab, so daß sie besser geeignet sind, das Kippmoment unschädlich zu machen, das durch die auf die Schiene wirkenden Seitenkräfte erzeugt wird. Sie sind also besser gegen Lockerung geschützt. Die Unterlagsplatte bleibt fest auf der Schwelle liegen, so daß die Feuchtigkeit nicht so leicht unter die Platte dringen kann. Das Plattenauflager, dessen Zerstörung so oft zu einem frühzeitigen Auswechseln der Schwellen führt, wird geschont. Die ganze Schwelle erhält daher eine größere Lebensdauer.

Der Schienenfuß liegt, wie Abb. 2 zeigt, auf der Unterlagsplatte zwischen zwei starken gewalzten Rippen und wird durch Überwurfplatte und Hakenschraube gegen die Unterlagsplatte gedrückt. Die Hakenschrauben greifen mit ihrem nach oben kreisförmig begrenzten Kopf in entsprechende Ausfräsungen der Rippen, Abb. 3. Die Schrauben können also so stark angezogen werden, daß der Reibungswiderstand zwischen Schienenfuß und Platte gegenüber den bisherigen Bauarten außerordentlich erhöht wird. Die Befestigung der Platte auf der Schwelle wird dadurch in keiner Weise in Mitleidenschaft gezogen. Die Unterlagsplatten können jetzt schon in der Tränkanstalt fest auf die Holzschwellen geschraubt werden, und zwar maschinell, so daß der genaue Sitz gewährleistet ist. Für die Krümmungen werden wegen der Spurerweiterung breitere Platten verwendet, aber für alle Krümmungen nur eine Sorte. Die verschiedenen Spurweiten werden durch Zwischenlagen zwischen den Rippen und dem Kopf der Hakenschrauben erzielt. Auch die Krümmungsplatten können daher in der Tränkanstalt aufgeplattet werden. Die Aufplattung in der Tränkanstalt ist so genau, daß die Schienen auf diese Weise ohne weiteres in die richtige Lage kommen. Bei einer unter Verwendung von Rippenplatten neu verlegten Strecke fällt die außerordentlich genaue Lage der Schienen sofort auf.

Die wesentlichen Vorteile des Rippenplattenoberbaues lassen sich, wie folgt, zusammenstellen:

1. Am Schienenauflager sind die Holzschwellen in besonderem Maße gegen Fäulnis geschützt. Die Lebensdauer der Schwellen wird dadurch erhöht.

2. Die Hakenschrauben lassen eine so feste Verspannung der Schiene mit der Unterlagsplatte zu, daß der Reibungswiderstand gegen Längsbewegung einen kräftigen Wanderschutz bildet. Die besonderen Vorkehrungen gegen das Wandern der Schienen werden daher vielleicht überflüssig, jedenfalls aber bedeutend vereinfacht.

3. Der Einbau und die Unterhaltung des Rippenplattenoberbaues ist sehr einfach. Die Schienen werden von oben zwischen die Rippen gelegt und kommen dadurch gleich in die richtige Lage. Beim Auswechseln oder Wenden der Schienen brauchen die Unterlagsplatten nicht gelöst zu werden. Das verringert die Einbau- und Unterhaltungskosten um so mehr, als der Verband zwischen Unterlagsplatte und Schwelle unberührt bleibt, was die Lebensdauer der Schwellen erhöht.

4. Die Schienen können aus ihrem Lager nur entfernt werden, indem man sie auf große Länge anhebt, da sie zwischen den Rippen liegen. Hierzu müssen auf große Länge sämtliche Hakenschrauben gelöst werden. Ein Eisenbahnfrevel, wie er bei Leiferde ausgeführt wurde, wird dadurch außerordentlich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht.

Diese Vorteile, die trotz der etwas höheren Beschaffungskosten wirtschaftliche Ersparnisse bringen, haben dazu geführt, daß der Rippenplattenoberbau auf Holzschwellen bei der Deutschen Reichsbahn in sehr großem Umfange ausgeführt worden ist.

Die Notwendigkeit, die Befestigung zwischen Unterlagsplatte und Schwelle von der Befestigung der Schiene auf der Platte zu trennen, entfällt beim Oberbau auf Eisenschwellen, da hier für beide Zwecke die Schrauben gleichmäßig stark angezogen werden müssen. Nachteilig ist aber die Lochung der eisernen Schwellen. Diese Lochung bedeutet eine Schwächung der Schwelle an der am stärksten beanspruchten Stelle, und gibt auch Anlaß zum Entstehen von Haarrissen, die von den Löchern ausgehen und zu Zerstörungen der Schwellen führen können. Es ist daher versucht worden, den Rippenplattenoberbau auch auf eiserne Schwellen zu übertragen, und zwar in der Weise, daß die hier kleiner und dünner gehaltene Rippenplatte elektrisch auf die eiserne Schwelle aufgeschweißt wird, Abb. 4 und 5. Jede Lochung der Schwellen wird dabei vermieden. Es ist daher zu erwarten, daß auf diese Weise auch die Lebensdauer der eisernen Schwellen verlängert werden wird, um so mehr, als die aufgeschweißte Platte eine Verstärkung der Schwelle an der

Abb. 1
Hakenplattenoberbau der Deutschen Reichsbahn.

Abb. 2
Neuer Rippenplattenoberbau für gerades Gleis.

Abb. 3
Längsschnitt durch die Rippe.

Abb. 4 und **5**
Rippenplattenoberbau auf eisernen Schwellen mit aufgeschweißten Platten.

gefährdetsten Stelle darstellt. Außerdem entsteht der wirtschaftlich hoch zu bewertende Vorteil, daß einheitliche Befestigungsmittel für Oberbau auf Holz- und Eisenschwellen benutzt werden können. Es wird zunächst fraglich erscheinen, ob die Aufschweißung der Platte den Beanspruchungen in schwerem Betriebe gewachsen sein wird. Die in Laboratorien, aber auch schon in der Praxis in großem Umfange angestellten Versuche haben immerhin solche Ergebnisse gezeigt, daß schon größere Strecken der Deutschen Reichsbahn versuchsweise mit diesem Rippenplattenoberbau auf Eisenschwellen ausgerüstet worden sind. [M 972]

Braunschweig Prof. Dr.-Ing. Gerstenberg

Elektrotechnik

Wahl der elektrischen Steuergeräte, Widerstandsgeräte und Bremslüfter bei aussetzendem Betrieb[1])

Steuergeräte

Die elektrischen Steuergeräte kann man in drei Gruppen einteilen: Steuerwalzen, Steuerschalter und Schützensteuerungen.

Steuerwalzen und Steuerschalter haben als gemeinsames Kennzeichen eine drehbare Walze. Bei den Steuerwalzen geht der Strom unmittelbar über den aufgeschraubten Kontaktbelag zu den Schleifkontakthämmern; bei den Steuerschaltern öffnet oder schließt eine Walze mittels aufgeschraubter Kurvenstücke (Nocken) einzelne Schalter. Schützensteuerungen werden durch eine Meisterwalze, die einer Steuerwalze ähnlich ist, oder durch Druckknöpfe geschaltet. Die Schaltkontakte der Schützen werden meist elektromagnetisch geschlossen und durch Abdrückfedern oder durch das Schwergewicht des Ankers geöffnet, sobald der Erregerstrom der Magnetspule (Befehlsstrom) unterbrochen wird.

Die Anwendungsgebiete dieser drei Arten von Steuergeräten sind hauptsächlich durch folgende Eigenheiten eingegrenzt: Bei den Steuerwalzen durch den Abbrand der Schaltkontakte; bei den Steuerschaltern durch die Ermüdung der Bedienenden; den Schützensteuerungen ist weder durch den Kontaktabbrand noch durch die Steuerarbeit eine Grenze gezogen.

Leistungsbewertung

Für die Bewertung von Steuergeräten für aussetzende Betriebe sind die Schalthäufigkeit in der Stunde und der Abbrand der Kontakte ausschlaggebend im Gegensatz zu den Steuergeräten für Dauereinschaltung, für die die Erwärmung der Kontakte durch die Stromübertragung maßgebend ist.

Der Abbrand der Kontakte ist eine Folge des Schaltfeuers. Er ist um so größer, je häufiger das Steuergerät geschaltet wird und je schneller die Schaltungen aufeinander folgen, und er wächst beträchtlich, wenn viel „Stromspritzer"[2]) entstehen, z. B. wenn man im Sinne oder gegen die Motordrehrichtung — bei der Gegenstrombremsung — oder bei stillstehendem Motor schaltet.

Außer der Schalthäufigkeit ist auch die Belastung beim Anlauf zu beachten, da die Beschleunigungsarbeit infolge der großen Stromaufnahme der Motoren den Kontaktabbrand beim Schalten erhöht.

Die höchste zulässige Schaltleistung der Steuergeräte wird in vH der Nennschaltleistung ausgedrückt, und zwar für verschiedene Schalthäufigkeit in der Stunde; dabei darf der Abbrand der Kontakte ein noch zulässiges Maß nicht übersteigen. Der Kontaktabbrand gilt noch als zulässig, wenn die Auswechslung der Schaltkontakte des nach den Tafelwerten belasteten Steuergerätes frühestens nach einer Woche von 136 Betriebstunden erforderlich ist.

Art der Betriebe

Für die richtige Auswahl der Steuergeräte sind die verschiedenen Betriebe in drei Klassen zu unterteilen:

1. Gewöhnlicher Betrieb: Der Motor wird ohne Stromstoß und ohne besonders feine Regelung angelassen. Dieser Fall liegt bei Kranen in Kraftwerken, bei Drehscheiben, Schiebebühnen und Kleinhebezeugen vor, die im allgemeinen höchstens 30mal in der Stunde geschaltet werden; bei Werkstattkranen kommen bis 120 Schaltungen in der Stunde vor.
2. Betrieb mit Anlaufregelung: Der Motor soll sanft anlaufen mit feiner Regelung; die ersten Schaltstufen werden besonders häufig benutzt. Dieser Betrieb tritt z. B. bei Gießerei- und Montagekranen ein.
3. Betrieb mit Beschleunigung: Der mit größeren Massen gekuppelte Motor wird rasch beschleunigt. In der Regel wird schnell bis in die letzte Schaltstellung geschaltet, wie z. B. bei Hüttenkranen und Hilfsantrieben in Walzwerken, worauf meist mit Gegenstrom gebremst wird. Bei Anstellvorrichtungen für Walzen folgen Stromspritzer rasch aufeinander.

Für die drei Betriebsarten sind in Zahlentafel 1 die höchsten zulässigen Schaltleistungen in vH der Nennschaltleistung angegeben. Die Nennschaltleistung des Steuergerätes entspricht einer Leistungsabgabe des Motors, bei der das Verhältnis $\frac{\text{Leistungsaufnahme in kVA}}{\text{Leistungsabgabe in kW}}$ zu 1,3 bei Drehstrom und zu 1,2 bei Gleichstrommotoren angenommen ist.

Zahlentafel 1 zeigt, daß die Schaltleistung in geringerem Maße zunimmt, als die Schalthäufigkeit in der Stunde abnimmt. Dies ist hauptsächlich eine Folge der größeren Kontaktbeanspruchung infolge höherer Strombelastung.

Zahlentafel 1
Höchste zulässige Schaltleistungen

Schaltbetrieb	Schalthäufigkeit in der Stunde	Höchste zulässige Schaltleistung in vH der Nennschaltleistung	
		Steuerwalzen vH	Steuerschalter und Schützensteuerungen vH
Gewöhnlicher Betrieb	bis 30	120	—
	„ 120	110	—
Betrieb mit Anlaufregelung	„ 120	100	—
	„ 240	80	120
Betrieb mit großer Beschleunigung	„ 240	60	115
	„ 300	—	110
	„ 600	—	100
	„ 1000	—	80

Schützensteuerungen verwendet man mitunter auch für weniger häufige stündliche Schaltungen, wenn eine den Bereich der Steuerwalzen und Steuerschalter übersteigende Leistung zu schalten ist.

Beispiel

Für einen Lagerplatzkran mit gewöhnlichem Betrieb betrage die Spielzahl des Kranes 30 in der Stunde. Für ein Kranspiel seien folgende Bewegungen auszuführen: Heben und Senken, Kranfahren vorwärts und rückwärts, Katzfahren vorwärts und rückwärts. Demnach ist jedes Steuergerät während eines Kranspieles zweimal zu schalten, also 60mal in der Stunde.

Hierbei ist nicht berücksichtigt, daß es dem Kranführer nur selten gelingt, das Triebwerk mit einer Einschaltung und einer Ausschaltung an der richtigen Stelle zum Stillstand zu bringen; sondern es sind eine Anzahl Nachschaltungen erforderlich, die je nach den Betriebsumständen die Schalthäufigkeit erhöhen.

Beim Hubwerk möge unter Berücksichtigung der Nachschaltungen die Schalthäufigkeit in der Stunde nicht größer als 120 sein; beim Kranfahrwerk liege eine Schalthäufigkeit von 90 und beim Katzfahren von 60 in der Stunde vor. Man kann also die Steuergeräte als Steuerwalzen auswählen und nach Zahlentafel 1 mit 110 vH der Nennschaltleistung belasten.

[1]) Nach den vom Verband deutscher Elektrotechniker herausgegebenen „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb (RAB 1926)". Vergl. hierzu auch „Wahl von Elektromotoren bei aussetzendem Betrieb", Z. Bd. 72 (1928) S. 25.

[2]) Als „Stromspritzer" bezeichnet man die kurzen Stromstöße, die auftreten, wenn der Motor zwecks genauen Haltens schnell hintereinander nach beiden Drehrichtungen geschaltet wird.

Abb. 6
Widerstandsgeräte nach den Regeln für aussetzenden Betrieb von 1926.
Abhängigkeit zwischen Anlaßzeit t_a und Anlaßhäufigkeit h_a:
Regelhäufigkeit h_r × Regelzeit t_r { für 12,5 vH *ED* = 6 × 20; „ 20 „ „ = 10 × 30; „ 40 „ „ = 10 × 30

Die Forderung des genauen Steuerns, wie z. B. bei Gießereikranen (Betrieb mit Anlaufregelung) bedingt besonders häufiges Nachschalten. Die aus der Spielzahl berechnete Anlaßhäufigkeit erfährt dadurch eine große Erhöhung, unter Umständen 100 vH und mehr.

Widerstandsgeräte

Leistungsbewertung

Im Widerstandsgerät wird elektrische Energie in Wärme umgesetzt; die Wärme muß an die Außenluft abgegeben werden, wenn sich der Widerstand nicht unzulässig erwärmen soll. Maßgebend für die Bemessung der Widerstandsgeräte ist also die Erwärmung durch den Motorstrom während des Anlassens und Regelns und die Abkühlung in den stromlosen Pausen. Für die Leistungsbewertung gilt daher die verhältnismäßige (prozentuale) Einschaltdauer in Hundertteilen

$$\text{vH } ED = 100 \frac{\text{Einschaltzeit}}{\text{Spieldauer}};$$

die Spieldauer setzt sich zusammen aus Anlaßzeit t_a + Regelzeit t_r + stromlose Pause. Zahlentafel 2 und Abb. 6 enthalten die festgesetzten Werte für die Leistungsbewertung von drei Arten von Widerstandsgeräten.

Die verhältnismäßige Einschaltdauer (vH *ED*) der Widerstandsgeräte ist in der Regel kleiner als die der Motoren, weil die Widerstandsgeräte nach dem Anlassen der Motoren kurzgeschlossen werden. Mit Rücksicht auf ihre kleinere Wärmeaufnahmefähigkeit gegenüber den Motoren ist auch die Spieldauer der Widerstandsgeräte kleiner festgesetzt.

Die Werte in Zahlentafel 2 und Abb. 1 sind nach folgenden Formeln berechnet:

$$\left\{\begin{array}{c}\text{verhältnismäßige}\\ \text{Einschaltdauer (vH } ED)\end{array}\right\} = 100 \frac{h_a t_a + h_r t_r}{3600},$$

$$\text{stromlose Pause in s} = \frac{3600 - (h_a t_a + h_r t_r)}{h_a + h_r},$$

$$\text{Anlaßhäufigkeit } h_a = \frac{36 \text{ vH } ED - h_r t_r}{t_a},$$

$$\text{Anlaßzeit } t_a \text{ in s} = \frac{36 \text{ vH } ED - h_r t_r}{h_a}.$$

(Für vH *ED* ist in den Formeln der Wert der verhältnismäßigen Einschaltdauer einzusetzen, z. B. die Zahl 20 bei 20 vH *ED*.)

Abb. 7 (links)
Einschalthäufigkeit 12 bis 100 in der Stunde.

Abb. 8 (rechts)
Einschalthäufigkeit bis 1300 in der Stunde.

Abb. 7 und **8**
Abhängigkeit zwischen Einschaltzeit und Einschalthäufigkeit für Magnetbremslüfter für Gleichstrom und Motorbremslüfter für Drehstrom nach den Regeln für aussetzenden Betrieb von 1926.

Zahlentafel 2
Werte für die Leistungsbewertung

	Verhältnismäßige Einschaltdauer vH	Stromlose Pause s	Regelungen Abstand min	Regelungen Regelhäufigkeit h_r in der Stunde	Regelzeit t_r s
I	12,5	35	10	6	20
II	20	25	6	10	30
III	40	7,5	6	10	30

Beispiele für die Wahl der Widerstandsgeräte.

Zunächst nimmt man die in Zahlentafel 1 für die Steuergeräte angegebenen Schalthäufigkeiten in der Stunde als Anlaßhäufigkeit h_a in der Stunde für die Widerstandsgeräte an. Beträgt die Anlaßzeit eines Motors 3,5 s, so kann man ihn mit einem Widerstandsgerät für 20 vH *ED* stündlich 120mal je Stunde anlassen, Abb. 6. Außerdem ist nach Zahlentafel 2 zusätzliche Regelung von 30 s Dauer in Abständen von 6 min zulässig.

Man muß die Widerstandsgeräte für die volle Motorleistung wählen; nur in Ausnahmefällen, bei denen die Nennleistung des Motors nicht ausgenutzt wird, ist ein Widerstandsgerät für entsprechend kleinere Leistung zulässig. Verschiedene Betriebe, z. B. Stripperkrane, Anstellvorrichtungen für Walzen, Blockverschiebelineale, der Antrieb von Rollgängen in Walzwerken usw. erfordern die größte stündliche Anlaßhäufigkeit. Für diese Betriebe empfiehlt es sich, Widerstandsgeräte für 40 vH *ED* zu wählen, wobei die Nennleistung des Widerstandsgerätes wie die des Motors der Beschleunigungsleistung anzupassen ist.

Besonders sei noch darauf hingewiesen, daß die zur Bewertung der Steuergeräte eingeführte Kennzeichnung der Schaltbetriebe in keinem Zusammenhang mit der Bewertungseinteilung der Widerstandsgeräte steht.

Bremslüfter

Man unterscheidet Magnetbremslüfter (Solenoide) und Motorbremslüfter. Die Magnetbremslüfter haben den Vorteil der größeren Einfachheit; sie werden für alle Stromarten gebaut. Motorbremslüfter finden vorwiegend für Drehstrom Verwendung, damit man die große Stromaufnahme der Drehstrom-Magnetbremslüfter beim Anziehen vermeidet. Die Bremslüfter werden wie die Motoren nach der verhältnismäßigen Einschaltdauer (vH *ED*) bewertet. Als normale Werte für vH *ED* sind 15, 25 und 40 vH festgelegt, Dauereinschaltung (100 vH *ED*) ist selten. Mit Rücksicht auf die kleinere Wärmeaufnahmefähigkeit der Bremslüfter gegenüber den Motoren darf die Spieldauer (Einschaltdauer + stromlose Pause) höchstens 5 min betragen gegen 10 min bei den Motoren. Hieraus ergeben sich folgende größten zulässigen Einschaltzeiten:

Bei 15 vH *ED* größte Einschaltzeit $= \frac{15 \cdot 300}{100} = 45$ s,

„ 25 „ „ „ „ $= \frac{25 \cdot 300}{100} = 75$ s,

„ 40 „ „ „ „ $= \frac{40 \cdot 300}{100} = 120$ s,

wobei der Grenzwert der Einschalthäufigkeit für die zulässigen längsten Einschaltzeiten $\frac{3600}{300} = 12$ in der Stunde beträgt.

Für eine größere Schalthäufigkeit berechnet sich die Einschaltzeit zu $\frac{36 \text{ vH } ED}{\text{Einschalthäufigkeit}}$ s.

Abb. 9 Abhängigkeit zwischen Hub (Hubarbeit) und Einschalthäufigkeit mit Einphasen- und Mehrphasen-Magnet-Bremslüftern nach den Regeln für aussetzenden Betrieb von 1926.

In Abb. 7 und 8 ist die Beziehung zwischen Einschaltzeit und Einschalthäufigkeit für 15, 25 und 40 vH *ED* dargestellt.

Einphasen- und Mehrphasen-Magnetbremslüfter, bei denen der Einschaltstrom größer als der nach Beendigung des Hubes sich einstellende Haltestrom ist, sollen bei 15, 25 und 40 vH *ED* mindestens 120 Schaltungen in der Stunde bei fortgesetztem Schalten — 8 h lang und länger — und bei vollem Hub aushalten. Für größere Schalthäufigkeiten ist der Hub zu verkleinern, wobei sich die Beziehungen zwischen Einschalthäufigkeit und Hub (Hubarbeit) aus Abb. 9 ergeben.

Beträgt z. B. die Einschalthäufigkeit in der Stunde 250, so darf der Hub des Bremslüfters nur mit 70 vH seines normalen Hubes ausgenutzt werden. Es ist aber auch zulässig, eine größere Schalthäufigkeit mit andern Mitteln als dem der Hubverminderung herbeizuführen, z. B. durch entsprechende Bemessung der Zugspulen oder bei einem größeren Bremslüfter durch Verminderung der Zugkraft. Für größere Schalthäufigkeiten ist die Verwendung von Magnetbremslüftern für Wechselstrom nicht zu empfehlen.

Beim Berechnen der Zuleitungen auf Spannungsverlust ist der beim Einschalten auftretende Strom zu berücksichtigen. Dieser ergibt sich aus der Formel $J_s = \frac{W_s}{E\sqrt{3}}$, worin W_s die Scheinleistung in VA und E die Netzspannung zwischen zwei Außenleitern bezeichnet. [M 925]

Berlin-Charlottenburg L. Weiler

Bergbau

Bayerischer Graphit für die Elemente- und Batterie-Industrie

Bei den neuzeitlichen Elementen der Bauart de Leclanché für die Fernmeldetechnik und Kleinbeleuchtung — besonders als Anoden- und Taschenlampenbatterien — besteht die positive Elektrode aus einem Kohlenstift, um dessen unteren Teil ein angefeuchtetes Gemisch von feingemahlenem Braunstein und Graphit gepreßt ist. Der Braunstein soll den im Element entstehenden Wasserstoff binden und der Graphit den elektrischen Strom leiten.

Vor dem Kriege verwendete man in der Batterieindustrie fast allgemein Ceylon-Pudergraphit, der sich durch hohen Reinheitsgrad, feine Verteilbarkeit und gute Leitfähigkeit auszeichnet, und später in geringem Umfang Madagaskar-Graphit. Die Bedeutung dieser Graphitsorten — besonders für Deutschland — ging zurück[1]), als man bayerische Graphite in großen Mengen und gleichbleibender Güte herstellte.

Obwohl der bayerische Graphitbergbau, der einzige in ganz Deutschland, seit etwa 500 Jahren betrieben wird, faßte man erst von wenigen Jahren die vorher außerordentlich zersplitterten Eigentumsrechte zusammen. An erster Stelle sind zu nennen das Graphitwerk Kropfmühl, A.-G., und die Vereinigten Graphit- und Tiegelwerke, A.-G., Obernzell-Untergriesbach, die in Interessengemeinschaft mit der Deutschen Graphit-G. m. b. H. arbeitet.

[1]) „Die Chem. Industrie" Bd. 46 (1924) S. 567. E. H. Schulz: Die Bedeutung und Zukunft der deutschen Graphitförderung, Chem. Ztg. Bd. 47 (1923) S. 685.

Der Rohgraphit, der im bayerischen Walde bei Passau gewonnen wird, enthält durchschnittlich 20 bis 30 vH Kohlenstoff. Jedoch werden auch noch Vorkommen, die einen geringeren Gehalt an Kohlenstoff haben, abgebaut; anderseits findet man auch Linsen mit höherem Kohlenstoffgehalt. Nirgends aber kommt der Rohgraphit in so reinem Zustande vor, daß er ohne Aufbereitung und Anreicherung den Anforderungen der verbrauchenden Industrien genügte.

Bei der einfachen Art der Aufbereitung wird das Erz in getrocknetem Zustand in Trockengraphitmühlen durch mehrere Mahlgänge stark zerkleinert. Der elastische Graphit wird teilweise nicht zerkleinert — im Gegensatz zu der harten und spröden Gangart — und wird abgesiebt. Trotz der großen Verluste arbeiten noch zwei kleinere Werke nach diesem Verfahren.

Die größeren Werke wendeten, besonders als im Kriege die bayerischen Werke den Bedarf der gesamten deutschen Industrie allein decken mußten, das naßmechanische Verfahren an, das auf der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes des Graphits und seiner Begleitmineralien, der Korngröße und der Form der einzelnen Teilchen beruht. Der Graphit wurde nach dem Zerkleinern durch Naßsichter und Schüttelherde angereichert; man benutzte auch Zentrifugen.

Aber selbst diese Verfahren genügten nicht mehr, als sich allmählich in der Nachkriegzeit der Wettbewerb der Auslandgraphite in Deutschland immer stärker bemerkbar machte. Die veralteten naßmechanischen Wäschen legte man still und baute bei den Rütgerswerken, A.-G. (Humann & Teisler, Dohna), dem Graphitwerk Kropfmühl, A.-G., und den Vereinigten Graphit- und Tiegelwerken, A.-G., Untergriesbach, Schwimmaufbereitanlagen ein. Bei der Schwimmaufbereitung, die auf der verschiedenen Benetzbarkeit und Schwimmfähigkeit des Graphits und der Gangart beruht, ist die Apparate- und Stammbaumanordnung, mit der das beste Ausbringen und die hochwertigsten Erzeugnisse gewonnen werden und mit der am wirtschaftlichsten gearbeitet werden kann, von großem Einfluß. Ebenso wichtig ist zweckmäßige Auswahl und Verwendung der Schwimmaufbereitmittel (Öle und Reagentien).

In der für Fließarbeit eingerichteten Schwimmaufbereitanlage der Vereinigten Graphit- und Tiegelwerke, A.-G., erbaut von der Firma Erz- und Kohle-Flotation, G. m. b. H., Bochum, gewinnt man aus einem Roherz mit 20 bis 25 vH Kohlenstoff eine Masse mit 80 bis 85 vH C, die nur geringe Spuren von Schwefel enthält; durch Zusatz geeigneter Stoffe verhindert man das Aufschwimmen von Pyrit und Markasit zusammen mit dem Graphit. Als Schwimmaufbereitmittel verwendet man wasserlösliche Öle und vollständig in Wasser lösliche Reagentien. Für 1 t durchgesiebtes Roherz braucht man rd. 500 bis 600 g Schwimmaufbereitmittel, d. h. bei einem Fest-Flüssig-Verhältnis von 1 : 3 verdünnt man das Flotationsmittel im Verhältnis 1 : 7000. Da die Öle und Reagentien infolge ihrer Wasserlöslichkeit mit in die Berge gehen, sind für das Aufschwimmen des Graphits nur geringe Mengen Schwimmaufbereitmittel notwendig. Die bei der Schwimmaufbereitung gewonnene Masse wird eingedickt, in Nutschen und Trommelfiltern vorentwässert und im Drehofen getrocknet. Dann werden in einem Röstofen bei Temperaturen von 800 bis 900 °C die geringen Spuren Schwefel bis auf einen Mindestwert (0,001 bis 0,002 vH) entfernt. Das geröstete Erzeugnis wird hierauf in Mahlgängen und Trockensichtanlagen bis zu 95 vH C angereichert. Die für die Verpuderung bestimmten Stoffe zerkleinert man in großen Rohrmühlen, die mit Silex ausgemauert und mit Flintsteinen beschickt sind. Die einzelnen Korngrößen trennt man in Sichtern, die mit Seide- oder Bronzegaze bespannt sind.

Das Graphitwerk Kropfmühl, A.-G., bereitet das Roherz nach einem andern Schwimmverfahren auf, dessen Einzelheiten geheim gehalten werden. Bayerischer Graphit wird in steigendem Maß ausgeführt. [N 1260]

Erkner i. d. Mark Dr. A. Rügler

Kleine Mitteilungen

Durchbruch des St. Francis-Dammes

Bei dem unheilvollen Zusammenbruch Mitte März des St. Francis-Dammes für das Staubecken der Wasserversorgung von San Franzisko ist seltsamerweise von der 198 m betragenden Gesamtlänge ein 30 m langer mittlerer Teil stehen geblieben. Zu beiden Seiten ist der Dammkörper weggebrochen und das Gestein stellenweise bis zu 4,5 m ausgeschwemmt. Auch an dem noch stehenden Teile sind Unterspülungen des Untergrundes bis zu 4,5 m ersichtlich. Im unteren Teil ist der Damm in Grauwacke, im oberen Teil in Konglomerat, das anscheinend nach kurzer Zeit in Wasser erweicht, gegründet. Auch die Trennfuge der beiden Schichten besteht aus einem Gestein, das offenbar durch Wasserzutritt erweicht ist.

Der Damm war ein Schwergewichtsdamm mit 152,4 m Bogenhalbmesser. Die Höhe betrug 62,48 m und die Sohlenbreite 53,66 m. Er war aus Beton mit einem spezifischen Gewicht von 2,16 ohne Bewehrung hergestellt. Der Gründungsdruck betrug 10,9 bis 13,2 kg/cm². Im Strombett hatte man Entwässerungsrohre eingebaut; der Unterbau war jedoch nicht mit Zement ausgepreßt. Ein Begehungstunnel fehlte. Im unteren Teil betrug der Felsaushub bis zu 10 m.

Das Staubecken diente als Ausgleichbecken zwischen zwei Pumpwerken. Obwohl der Damm auch im vorigen Jahr belastet wurde, soll das Becken angeblich erstmalig vor dem Unfall ganz gefüllt worden sein. Die Ursachen werden z. Z. ermittelt. Allgemein ist man der Ansicht, daß der Zustand des Unterbaues eine bedeutende, wenn nicht die alleinige Ursache der Zerstörung ist. („Engineering News-Record“ 22. März 1928 S. 466*)
[N 1493 a] Ls.

Die Fahrgeschwindigkeiten der Eisenbahnen

Die heute üblichen Fahrgeschwindigkeiten waren erst möglich infolge der Vervollkommnung der Fahrzeuge und des Oberbaues und vor allem der Einführung der durchgehenden Bremse. In Deutschland erreicht ein Zug München—Nürnberg eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 88,4 km/h. In Frankreich fährt der Zug 109 der französischen Nordbahn auf der Strecke Paris—Aulnoye teilweise mit 106 km/h mittlerer Fahrgeschwindigkeit. Der schnellste Zug der englischen Eisenbahnen verkehrt auf der Linie Darlington—York der London- und North Eastern-Bahn mit 99,4 km/h. Die schnellsten regelmäßig verkehrenden Züge hat wohl Amerika in den Expreßzügen zwischen Philadelphia und Atlantic City mit 107 km/h mittlerer Fahrgeschwindigkeit. Bei Versuchszügen wurden sogar Geschwindigkeiten bis 137 km/h erreicht. Von den neueren Stadtschnellbahnen ist die Chicago-North Shore- und Milwaukee-Bahn hervorzuheben, die Höchstgeschwindigkeiten von 112 km/h aufweist. (Schweizerische Bauzeitung 31. März 1928 S. 160) [N 1493 b] Ro.

Selbsttätige Zugsignale an Bahnlinienkreuzungen

Die Chicago-, Milwaukee-, St. Paul- und Pacific-Bahn berichtet über die Ersparnisse im Zugverkehr durch Einführung solcher Signale. Die Versuche hiermit sind auf mehreren Strecken gemacht worden, und es hat sich gezeigt, daß die Ersparnisse an Personal-, Betriebs- und Unterhaltkosten recht bedeutend sind. Gegenüber der Handbedienung gestattet die selbsttätige Einrichtung einen viel beweglicheren Zugverkehr. An Fahrzeit wird gewonnen; die Fahrgeschwindigkeiten in den Abschnitten mit Bahnkreuzungen lassen sich erhöhen. In gewissen Fällen ist es vorteilhaft, handbediente und selbsttätige Anlagen zu vereinigen. Die Anwendung rein selbsttätiger Anlagen unterliegt immerhin Beschränkungen, und zwar dort, wo Befehlstellen, Blockstellen und Weichenstellwerke vorhanden sind. („Railway Age“ 17. März 1928 S. 619*)
[N 1493 c)] Ro.

Dampffördermaschine für Südafrika

In den Broad Oaks Ironworks der Firma Markham & Co., Ltd., Chesterfield, ist für eine Schachtanlage von rd. 1500 m Teufe der Randfontein Estates and Gold Mining Co., Witwatersrand, eine Dampffördermaschine für Seilfahrt fertiggestellt worden. Die Einzellasten betragen: 80 Bergleute rd. 5400 kg, Förderkorb rd. 5700 kg und Seil von 50,8 mm Dmr. rd. 15 500 kg. Die Dampfzylinder haben 1020 mm Dmr. und 1830 mm Hub. Der Arbeitsdruck beträgt 11 at. Die beiden Trommeln haben 4267 mm Dmr. bei je 1676 mm Breite, so daß sich das rd. 1500 m lange Seil in vier Lagen übereinander aufwickelt. (The Iron and Coal Trades Review 30. März 1928 S. 451*) [N 1493 d] Gw.

Bearbeitung von Kraftwagen-Motorkolben

Die Kraftfahrzeugfabrik Lancia verwendet nebeneinander Kolben aus Gußeisen und aus Leichtmetall. Bei den gußeisernen Kolben ist bemerkenswert, daß man sie nach der Schrupparbeit, bestehend aus Außendrehen und Bohren, zur Beseitigung der Spannungen ausglüht. Hierfür dient ein elektrisch geheizter Glühofen, der gleichzeitig 300 Kolben aufnehmen kann; die Kolben werden 6 h lang auf einer Temperatur von 180° gehalten. Zum Fertigbohren der Kolbenbolzenbohrungen dient eine besonders konstruierte senkrechte Bohrmaschine. Der Kolben wird in einer Vorrichtung aufgenommen. Die Bohrspindel ist oberhalb und unterhalb dieser Vorrichtung geführt und hat nur umlaufende Bewegung; die senkrechte Vorschubbewegung führt die Vorrichtung mit dem Kolben aus. Man hat die senkrechte Anordnung gewählt, um ein Durchhängen der Bohrspindel zu vermeiden und die Späne besser abführen zu können. Neben der Maßprüfung unterliegt jeder Kolben einer Gewichtprüfung. („American Machinist“ 31. März 1928 S. 331*) [N 1493 e] Hä.

Wirkungsgrad und Leistungsfaktor elektrischer Kleinmotoren

Wirkungsgrad, Leistungsfaktor, Anlaufmoment und Anlaufstromstärke von Kleinmotoren (rd. ¼ PS) für Haushaltmaschinen und Hauseinrichtungen fallen insoweit nicht sehr ins Gewicht, als diese Maschinen nur kurze Zeit täglich gebraucht werden. Wichtig werden diese Faktoren in Amerika aber schon jetzt bei elektrisch betriebenen Kühlanlagen und Brennöl verwendenden Warmluft- und Warmwasser-Heizanlagen, deren Kleinmotoren in Dauerbetrieb arbeiten. B. F. Bailey hat deshalb im Auftrage der Detroit Edison Co. 25 verschiedene Einphasenmotoren von ¼ PS für 110 V, 60 Per./s und 1800 Uml./min auf die oben genannten Betriebseigenschaften untersucht. Bei Spaltphasenmotoren mit Widerstandhilfsphase und Repulsionsmotoren liegt der Wirkungsgrad zwischen 50 und 65 vH, der Leistungsfaktor zwischen 50 und 70 vH und das Produkt aus Wirkungsgrad und Leistungsfaktor zwischen 25 und 45 vH. Bei Kondensatormotoren, bei denen man die Hilfsphase mittels Zuschaltung einer Kapazität erhält, liegen Wirkungsgrad und Leistungsfaktor dagegen bei etwa 75 und 90 vH. Der Gewinn an Anlaufmoment bei geringer Anlaufstromstärke und die Verminderung der Betriebstromstärke ist bei diesem Motor so beträchtlich, daß die Verbesserungen bei massenhafter und langdauernder Verwendung des Motors auch auf die Verteilnetze und sonstigen Anlagen sowie die Betriebsverhältnisse der Elektrizitätswerke einen nicht mehr zu vernachlässigenden Einfluß ausüben. („Electrical World“ 24. März 1928 S. 597*) [N 1983 f] K. M.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Das Gesetz der chemischen Massenwirkung, seine thermodynamische Begründung und Erweiterung. Von R. Lorenz. Leipzig 1927, Leopold Voß. 176 S. m. 13 Abb. Preis 14,50 ℳ.

Dieses Gesetz gilt für Gleichgewichtzustände, die sich bei chemischen Umsetzungen einstellen. Seine Ableitung aus dem ersten und zweiten Hauptsatz durch van't Hoff mit Hilfe eines Kreisprozesses hat eine Verknüpfung von Chemie und Thermodynamik ergeben. Da hierbei die Gasgesetze in Rechnung gehen, hat man — ähnlich wie beim idealen Gasgesetz und der Gleichung von van der Waals — auch zwischen einem idealen Massenwirkungsgesetz und einem erweiterten zu unterscheiden, das für konzentrierte Systeme gilt und im vorliegenden Werk abgeleitet sowie durch Versuche auf seine Gültigkeit hin nachgeprüft wird.

Dieses neue Gesetz benutzt der Verfasser zur Berechnung von Isothermen aus gegebenen Konstanten, außerdem geht er kurz auf die Theorien der Dampfspannungen, Verschiebungen des Gleichgewichtzustandes chemischer Umsetzungen und elektromotorische Kräfte ein.

Das Werk ist trotz der mathematischen Ableitungen leichtverständlich geschrieben und gibt einen vorzüglichen Überblick über die einschlägigen Fragen. Die Erläuterungen zu Abb. 1 müßten bei einer späteren Auflage richtiggestellt werden. [E 1347] W. S.

Der sprechende Film. Von Dénes von Mihály. Berlin 1928, M. Krayn. 131 S. m. 99 Abb. Preis 12 ℳ.

Die Bedeutung des „sprechenden“ Filmes liegt weniger in der Wiedergabe der Sprache, sondern sie ist darin zu suchen, daß der „tönende“ Film es ermöglicht, einen Film ohne große Kapelle mit einer gut zusammengestellten Begleitmusik vorzuführen. Von diesem Gesichtspunkt geht auch die vorliegende Arbeit von Mihály aus. Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick werden die allgemeinen Grundlagen der mechanischen und besonders der elektrooptischen Hilfsmittel zur Wiedergabe von Tönen und Geräuschen und der Filmvorführung behandelt. Es werden dann die bekannten Einrichtungen von Mihály, Arnold Poulsen und Axel Petersen, Triergon, Lee de Forest, Küchenmeister, Karolus und Köhnemann beschrieben. Dabei wird weniger Wert darauf gelegt, Neues zu bringen, als eine kritisch eingestellte Übersicht über das Vorhandene von dem Standpunkt des Verfassers aus zu geben.
[E 1335] R. Thun

Deutsches Biographisches Jahrbuch. Herausgeg. vom Verbande der Deutschen Akademien. 3. Bd.: Das Jahr 1921. Berlin und Leipzig 1927, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart. 323 S. Preis 15 ℳ.

Dieses von Anton Bettelheim gegründete biographische Jahrbuch, das vom Verbande der Deutschen Akademien übernommen wurde, erscheint jetzt wieder in regelmäßiger Folge. Es enthält Biographien hervorragender Persönlichkeiten, die Träger der geistigen, politischen und auch der wirtschaftlichen und technischen Arbeit waren. Die Lücke seit 1913 soll durch zwei Überleitungsbände, von denen der erste bereits 1925 erschienen ist, ausgefüllt werden. Es ist besonders anzuerkennen, daß der jetzt vorliegende Band, der die im Jahre 1921 Verstorbenen behandelt, auch weitgehend die Technik berücksichtigt. So sind unter den größeren biographischen Arbeiten auch die Namen Gängl v. Ehrenwerth, Karl Ilgner, Ernst Körting, Karl Wilhelm Lanz, Georg v. Schönerer und Karl Wichert zu finden. Eine umfangreiche Totenliste mit sehr sorgfältigen Quellenangaben nennt etwa 35 Ingenieure. [E 1361] Dipl.-Ing. Barbe

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen 9. H.: **Die Platzkostenrechnung** im Dienste der Betriebskontrolle und Preiskalkulation. Von G. Kritzler. Berlin 1928, Julius Springer. 60 S. Preis 4,50 ℳ.

Das deutsche Schrifttum über die Verfahren der Platzkostenrechnung ist nicht übermäßig reich. Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß in der vorliegenden Schrift in klarer, dabei erfreulich knapper Darstellung und an der Hand eines vollständig durchgerechneten Beispiels gezeigt wird, wie sich eine möglichst scharfe Erfassung und „geradlinige" Überführung der Gemeinkosten auf Kostenstellen und -träger in der Praxis durchführen läßt. Die kontenmäßige Auflösung der Kosten nach ihrer Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad ergibt dabei nicht nur „Standardfaktoren" für eingehende Überwachung der Betriebswirtschaftlichkeit, sondern sie führt auch zu weiterer Auswertung für die Frage der Verkaufpreisberechnung, insbesondere der Bestimmung verschiedener Preisuntergrenzen nach dem Verfahren der Staffelpreise. Hierzu wird eine neuartige erweiterte Form eines Kalkulationsschemas entwickelt, worin die Kostenarten bzw. -gruppen einerseits nach ihrem dynamischen Verhalten, anderseits nach der Möglichkeit ihrer Deckung in der Reihenfolge der Staffelpreise gegliedert sind. Dem seinem Inhalte nach im Vorstehenden gekennzeichneten Hauptteile der Arbeit geht ein einleitender kurzer Abschnitt über den heutigen Stand der Theorie der Selbstkostenrechnung und ihre bisherigen Anwendungsversuche voraus, der in ausgezeichneter Weise einen Überblick über die mit der Kostenauflösung zusammenhängenden Fragen gibt. Nach Angabe des Verfassers ist das dargestellte Rechnungsverfahren bei der Firma Meier & Weichelt, Leipzig, eingeführt. Auf die naheliegenden Bedenken gegen die Wirtschaftlichkeit so weit getriebener Kostenverteilung wird wohl nur die Praxis im Einzelfall eine Antwort geben können; sie mindern nicht den Wert dieser an Anregungen reichen Schrift. [E 1354] Zdl.

Sammlung Vieweg, 90. H.: **Elektrische Öfen mit Heizkörpern aus Wolfram.** Von Werner Fehse. Braunschweig 1928, Friedr. Vieweg & Sohn. 72 S. m. 48 Abb. Preis 5 ℳ.

Für Untersuchungen und Arbeiten bei den höchsten künstlich erreichbaren Temperaturen, die insbesondere auch in der elektrischen Beleuchtungstechnik vorkommen, sind handliche und dauerhafte Öfen, die solche Temperaturen bequem zu erreichen gestatten, eine dringende Notwendigkeit. Die vorliegende Schrift stellt sich die Aufgabe, es den beteiligten Kreisen durch Beschreibung der Arbeitsverfahren und durch die anschauliche Darstellung der Bauweise zu ermöglichen, sich diese Öfen selber zu bauen. Dieser Zweck muß als wohlgelungen bezeichnet werden. In knapper aber verständlicher Darstellung wird die Herstellung der Wolframrohre aus massiven Stäben beschrieben und auch über den Energiebedarf der Öfen Rechnung gelegt. Durch anschauliche Skizzen sind eine Anzahl von Bauarten der Öfen dargestellt, aus denen auch die Schutzgasführungen, die Wasserkühlverfahren wie auch die pyrometrischen Meßverfahren ersichtlich sind.

Die Schrift dürfte allen, die sich mit dieser Art Öfen zu befassen haben, ein wertvoller Leitfaden bei ihrer Herstellung sein. [E 1352] Döhmer

Sammlung Göschen, 414. Bd.: **Die Hebezeuge.** 1. T. Von G. Tafel. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 184 S. m. 251 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Von den einfachsten Gesetzen über die Kräfte an einer Kurbelwinde führt der Inhalt dieses kleinen Bandes durch die konstruktiven und betriebstechnischen Fragen der Hebezeuge (Räder- und Schraubenwinden, Krane und Aufzüge). Auch die statischen und dynamischen Gesichtspunkte, Antriebsarten und Schaltungen, Sicherheitsvorrichtungen werden ganz knapp, aber deutlich behandelt. Erstaunlich ist, wie auf einem so verhältnismäßig geringen Raum eine solche Fülle von Beschreibungen, Darstellungen und Berechnungen untergebracht worden sind. [E 1362] Is.

Schriften des Vereins zur Wahrung der Rheinschiffahrtsinteressenten e. V., Duisburg: **Binnenschiffahrt und Güterumschlag.** Von Heinrich Etterich. Duisburg 1927, Rhein. Verlagsgesellschaft. 62 S. m. 16 Abb. Preis 2 ℳ.

Die handliche kleine Schrift vermittelt einen ausgezeichneten Einblick in die Verhältnisse der Binnenschiffahrt und des Güterumschlages auf dem Rhein. Beispiele von Schleppkähnen, Schleppdampfern, Motorschiffen und Güterbooten werden gegeben, und an einer Schiffsreise von Duisburg nach Mannheim wird das für den Binnenschiffahrtsbetrieb Wesentlichste erläutert. Die Einrichtungen für den Güterumschlag sind kritisch und anschaulich beschrieben; ein statistischer Anhang (mittlere Frachtsätze und Schlepplöhne von 1902 bis 1926, Frachten nach Rotterdam 1926, Schiffahrt und Güterverkehr in Duisburg-Ruhrort und den westdeutschen Kanälen, Kostenberechnungen für Schleppkähne und Schleppdampfer) gibt eine glückliche Ergänzung. [E 1383] Schae.

Die Radio-Reihe, 23. Bd.: **Netzanschlußgeräte.** Von Werner Bloch. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & Co. 99 S. m. 67 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Das Studium dieses Buches gibt dem aufmerksamen Funkbastler ein ausgezeichnetes Mittel in die Hand, sich mit der in einfacher Form dargestellten Theorie der Netzanschlußgeräte für Gleich- und Wechselstrom, ihren Vorteilen und Gefahren vertraut zu machen. Die Wirkungsweise verschiedener Schaltungen, z. B. Potentiometer- und Gegentaktschaltung, wird an der Hand von verschiedenen Abbildungen und Schaulinien genau erklärt, so daß der Funkfreund in der Lage ist, das für sein Empfangsgerät, seine besonderen Zwecke und Verhältnisse geeignete Netzanschlußgerät auszuwählen oder sich selbst zusammenzubauen. Den Schutzmaßnahmen, die besonders beim Anschluß an Gleichstromnetze zu beachten sind, ist ein besonderer Abschnitt gewidmet. Am Schlusse des Buches werden einige der käuflichen Geräte besprochen und die maßgebenden Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker angeführt. [E 1357] Li.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von F. Auerbach und W. Hort. Leipzig 1927 u. 1928, Joh. Ambrosius Barth. 6. Bd. 1. Lfg. 460 S. m. 311 Abb. Preis 36 ℳ. 7. Bd. 1. Lfg. 238 S. m. 125 Abb. Preis 22 ℳ.

Taschenbuch für Schiffbauer, Bootsbauer, Schiffzimmerer und Segelmacher. Von Ludwig Schaller. Berlin 1928, Rich. Carl Schmidt & Co. 348 S. m. 301 Abb. Preis 9 ℳ.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 10. H.: **Praktische Fliegerausbildung.** Von Leo Leonhardy. Charlottenburg 1928, C. J. E. Volckmann Nachf. 48 S. m. 7 Abb. Preis 2 ℳ.

Bibliothek des Radio-Amateurs, 1. Bd.: **Meßtechnik für Radio-Amateure.** Von Eugen Nesper. 4. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 120 S. m. 110 Abb. Preis 4 ℳ.

Amerikanischer Eisenbau in Bureau und Werkstatt. Von F. W. Dencer. Übers. von R. Mitzkat. Berlin 1928, Julius Springer. 366 S. m. 328 Abb. Preis 32 ℳ.

Der neuzeitliche Straßenbau, 4. T.: Betonstraßen. Von A. Kleinlogel. Halle a. d. S. 1928, Wilh. Knapp. 154 S. m. 175 Abb. Preis 10,50 ℳ.

Beitrag zur Berechnung statisch unbestimmter Fachwerke. Von H. Heimann. Berlin 1928, Julius Springer. 24 S. m. 20 Abb. Preis 2,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 977. Bd.: **Eiserne Balkenbrücken.** Von J. Melan. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 105 S. m. 93 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Wissenschaft und Bildung, 94 Bd.: **Spinnen und Zwirnen.** Von Hugo Glafey. 2. Aufl. Leipzig 1928, Quelle & Meyer. 155 S. m. 93 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Werkstattsbücher, 33. H.: **Der Vorrichtungsbau.** Von Fritz Grünhagen. 1. T. Berlin 1928, Julius Springer. 64 S. m. 230 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Die Meßwandler, ihre Theorie und Praxis. Von I. Goldstein. Berlin 1928, Julius Springer. 165 S. m. 130 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Autotechnische Bibliothek, 83 Bd., **Das Elektrofahrzeug.** Von Luth Westerkamp. Berlin 1928, Rich. Carl Schmidt & Co. 200 S. m. 186 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Betriebswissenschaftliche Bücher, 5. Bd.: **Energiewirtschaft im Betrieb.** Von Rudolf Landsberg. Berlin 1928, Georg Stilke. 94 S. Preis 3 ℳ.

Untersuchungen über die Wasserrückkühlung in künstlich belüfteten Kühlwerken. Von Friedrich Wolff. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 62 S. m. 26 Abb. Preis 9 ℳ.

Der Einfluß der Dampftemperatur auf den Wirkungsgrad von Dampfturbinen. Von Arthur Zinzen. Berlin 1928, Julius Springer. 66 S. m. 34 Abb. Preis 6 ℳ.

Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel nebst Erläuterungen. Ausg. Januar 1928. Berlin 1928, Beuth-Verlag. 86 S. m. Abb. Preis 3,50 ℳ.

Sammlung Göschen, 878 Bd.: **Aufgabensammlung zur Funktionentheorie.** Von Konrad Knopp. 2. T.: Aufgaben zur höheren Funktionentheorie. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 143 S. Preis 1,50 ℳ.

Handbuch der Mineralchemie. Herausgeg. von C. Doelter u. H. Leitmeier. 4. Bd. 11. T. S. 641 bis 800. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. Preis 8 ℳ.

Das hohe Lied vom Holz. Von Alfred Marquard. Stuttgart 1927, Heinrich Fink. 185 S. m. 51 Abb. Preis 10 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Der Maschineningenieur in technologischen Betrieben

Zu der Abhandlung von Geh.-Rat Wallichs, Aachen, in Z. Bd. 72 (1928) S. 1, der im übrigen jeder Maschineningenieur nur voll zustimmen kann, sei mir die Bemerkung erlaubt, daß die Benennung „Technologischer" Betrieb Unklarheiten aufkommen läßt, da ja letzten Endes kein Betrieb ohne die Lehren und Erkenntnisse der Technologie eingerichtet oder betrieben werden kann. Um das, was Hr. Wallichs meint, klar und eindeutig zu kennzeichnen, schlage ich vor, zu sagen „Verarbeitender" Betrieb und „Verarbeitende" Industrie oder „Verarbeitungsbetrieb" und „Verarbeitungsindustrie".

Berlin-Charlottenburg

Dipl.-Ing. Rudolf Barkow, Beratender Ingenieur

Erwiderung

Ich stimme dem Vorschlage von Hrn. Barkow durchaus zu, daß es besser „Verarbeitungsbetriebe" hieße, aber der Ausdruck ist noch nicht geläufig. Vielleicht nimmt sich der Verein deutscher Ingenieure der Sache an, damit wir auch hier zu einer klaren und genauen Fassung kommen.

Aachen [D 1285] A. Wallichs

Zu dem Stand der derzeitigen Erkenntnis von der Notwendigkeit der Werkstattätigkeit für den werdenden Maschineningenieur

Die Veröffentlichung des Herrn von Bach in Heft 2 S. 47 veranlaßt mich, auf die vor kurzem in Preußen gegründeten Praktikantenämter hinzuweisen.

Tatsache ist, daß die Zeit der praktischen Arbeit noch nicht von allen zukünftigen Studierenden voll ausgenutzt wird. Anderseits ist aber nicht zu bestreiten, daß heute noch vielfach Firmen die Ausbildung der Praktikanten als Last empfinden und diese untergeordneten Organen wie Meistern und Vorarbeitern überlassen. Der Erfolg ist dann häufig der, daß die jungen Leute mit Lehrlingsarbeiten beschäftigt werden, bei denen sie die Lust am Arbeiten überhaupt verlieren.

Ehe deshalb eine Verlängerung der praktischen Werkstattätigkeit um 6 oder gar 12 Monate verlangt wird, muß zunächst dafür Sorge getragen werden, daß die heute von den Hochschulen vorgeschriebene Zeit von 12 Monaten auch tatsächlich zweckmäßig und nutzbringend angewandt wird. Eine Abneigung gegen richtig geleitete Werkstattätigkeit habe ich bei unsern Studierenden noch nie gefunden.

Zu bedenken ist aber, daß eine weitere Verlängerung des maschinentechnischen Studiums für viele Eltern studierender Söhne nicht tragbar ist. Wer sie sich leisten kann, dem ist sie zu empfehlen, die andern müssen sich später die Kenntnisse erwerben.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend sind in Berlin, Dortmund und Breslau sogenannte Praktikantenämter eingerichtet, die den zukünftigen Studierenden, gleichgültig auf welche Hochschule er gehen will, während der Arbeitzeit beraten und gleichzeitig durch Fühlungnahme mit den Werken für eine zweckmäßige Ausbildung und für eine Besserung des Wirkungsgrades der Werkstattätigkeit Sorge tragen sollen.

Den Einwand, daß die zweite Hälfte der Werkstattätigkeit während der Ferien so nach und nach irgendwo „abgedient" wird, kann ich nicht gelten lassen. Es ist nicht einzusehen, warum Studierende, die bereits mehrere Semester studiert, zum Teil schon das Vorexamen abgelegt haben, nicht in 4 bis 8 Wochen eine Werkstatt- oder Werkabteilung mit Erfolg erledigen könnten. Sehr wünschenswert wäre es aber, wenn die Studierenden während ihrer praktischen Tätigkeit, besonders im zweiten Halbjahr, eine kleine Vergütung bekämen, wodurch das Interesse auf beiden Seiten gehoben würde.

Auf alle Fälle muß zunächst der Erfolg der Praktikantenämter abgewartet werden, ehe seitens der Hochschulen eine Verlängerung der praktischen Werkstattätigkeit über die jetzt vorgeschriebenen zwölf Monate hinaus verlangt werden kann. [D 1294]

Hannover L. Klein

Zahnräderherstellung

Zu dem im Aufsatz von Häneke und Parey: Spanabhebende Werkzeugmaschinen, Z. Bd. 72 (1928) Heft 8 S. 246 und 247, gezogenen Vergleich wird uns geschrieben:

Für das Abwälz-Fräsverfahren spricht neben der größeren Spanleistung die vielseitige Verwendbarkeit für alle Teilungen von Modul 0,1 bis Modul 32, gleich vorteilhaft anwendbar für Stirn-, Schnecken- und Schraubenräder, während die Abwälz-Stoßmaschine das Gebiet der Innenverzahnungen und das Gebiet derjenigen Stirnräder beherrscht, wo für den Auslauf des Abwälzfräsers kein Raum vorhanden ist. Auf dem Gebiete der spiralig verzahnten Stirnräder können die Abwälz-Stoßmaschinen nur beschränkt zur Anwendung kommen, während dem Abwälz-Fräsverfahren keine Beschränkung in bezug auf Teilung und Schrägungswinkel auferlegt ist. Für die Herstellung von Schneckenrädern kommt allein das Abwälz-Fräsverfahren in Frage. [D 1243]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 21. APRIL 1928 Nr. 16

Technik und industrielle Entwicklung in China

Von Obering. Karl Mosig, Berlin

Chinesische im Gegensatz zu europäischer Kultur, deren hervorragendster äußerlicher Ausdruck die Technik ist. — Die Chinesen werden die europäische Technik schließlich beherrschen und anwenden lernen. — Den von uns selbst geschaffenen Wettbewerb müssen wir wieder durch höhere Leistungen überbieten. — Es wird gezeigt, welche Fortschritte in der industriellen Entwicklung Chinas auf den verschiedensten Gebieten gemacht und welche Kapitalien dafür angelegt worden sind.

China, dieser Jahrtausende alte, riesige Kulturstaat, befindet sich in einem außerordentlichen und ungewöhnlichen Gärungszustande. Die Gärungsstoffe wurden von außen durch den Einbruch westländischer Kultur hereingetragen. Neue abendländische und uralte morgenländische Kultur, grundverschieden beide in ihrer Wesensart, kamen zum Zusammenstoß. Was dieser Vorgang zeitigen wird, ist unseren Blicken vorläufig verborgen. Die Verschiedenartigkeit der beiden Kulturen läßt sich vielleicht mit folgender Gegenüberstellung kurz umschreiben:

Die europäische Kultur beruht auf einer im ganzen rein verstandesmäßigen Einstellung; ihr Kulminationspunkt ist die Technik, in der sie ihren hervorstechendsten äußerlichen Ausdruck findet. Sie stellt die Sache in den Vordergrund ihres Wirkens und wirkt von ihr aus, also von außen, auf das Menschenwesen; sie ist kapitalistisch und individualistisch. — Die chinesische Kultur hat eine mehr gefühlsmäßige Zielrichtung, die sich dem Denken weniger erschließt; sie kommt in der kollektivistischen Willenseinstellung zum Ausdruck, d. h. der Einstellung des Einzelwillens unter einen gleichgerichteten Mehrwillen einer größeren Gemeinschaft. Daraus geht die sehr bescheidene und genügsame Lebenshaltung und der geringe Drang nach ihrer Verbesserung bei der überwiegenden Mehrheit des chinesischen Volkes hervor. Das Kapital hat nicht so überragende Bedeutung und Macht wie bei uns.

Es ist nun falsch, die chinesische Kultur der unsrigen gegenüber als im ganzen unterlegen oder als rückständig zu bezeichnen. Wir müssen bedenken, daß unsere scheinbare Überlegenheit kaum 100 Jahre alt ist, und daß sie eigentlich nur auf unserer heutigen Technik, im besonderen der Waffentechnik, beruht. Wir haben allen Grund, auch den technischen Leistungen der Chinesen Anerkennung zu zollen, wenn wir ihre Tätigkeit auf diesem Gebiete durch die Jahrhunderte und Jahrtausende zurückverfolgen und uns vor Augen halten, daß sie ihre hohe Kulturstufe nur aus sich heraus entwickelt haben, während in Europa die Völker einander stets gegenseitig beeinflußt und aufeinander anregend gewirkt haben.

Die „große Mauer" in China, nicht nur als Zeichen der Abriegelung der chinesischen Kultur gegen äußere Beeinflussung aufzufassen, bleibt in ihren gewaltigen Abmessungen (2500 km lang, 16 m hoch einschl. Brustwehr, 6 m breit) auch für heutige Begriffe eine außerordentliche technische Leistung — und sie war bereits im 3. Jahrhundert v. Chr. vollendet! Die Chinesen schufen sich künstliche Wasserstraßen (statt Landstraßen) und ein ausgedehntes Bewässerungsnetz. Ihre Textilindustrie ist uralt. Ihre Seidengewebe sollen schon vor Christus nach Persien und Rom gelangt sein. Sie stellten Papier aus Hanf lange vor dem Beginn unserer Zeitrechnung her und solches aus Lumpen oder Baumrinde schon 100 Jahre n. Chr. Die Buchdruckerkunst erfanden sie schon im Jahre 593. Tausend Jahre vor Christi Geburt waren sie bereits Meister im Erz- und Bronzeguß und in der Schmiedekunst. Allbekannt ist die Güte und Schönheit des chinesischen Porzellans.

Sollen wir der Meinung sein, daß ein so begabtes Volk sich nicht schließlich auch unsere Technik aneignen kann und wird? Das wird es ganz gewiß tun und es ist schon auf gutem Wege. Aber es läßt sich Zeit und hat anscheinend nicht die Absicht, sich Hals über Kopf in schwierige industrielle Unternehmungen zu stürzen.

Wie schnell aber anderseits ein intelligentes Volk aus der Beherrschung und Anwendung der europäischen Technik Nutzen ziehen kann, hat Japan in überraschender Weise bewiesen. Dieses Land ist in nicht viel länger als etwa 25 Jahren ein wirtschaftlicher und politischer Machtfaktor ersten Ranges im Wettbewerb gegen unser Europa geworden. Wie wird sich nun erst die wirtschaftliche und damit auch die politische Schwerpunktlage ganz ungeheuer verschieben, wenn auch China die gleiche Entwicklung genommen haben wird!

Es wäre ein törichtes, weil unmögliches Unterfangen, wenn wir uns dieser Entwicklung etwa entgegenstemmen wollten; im Gegenteil: wir müssen sie wollen! Wir Europäer müssen uns in der Tat, so widersinnig es an sich scheint, selbst Wettbewerber schaffen, gerade weil wir „leben" wollen, damit unser Denken uns immer wieder neue Aufgaben finden läßt, mit denen wir den von uns selbst geschaffenen Wettbewerb übertrumpfen müssen, soll nicht eine rückläufige Bewegung eintreten.

Wie weit nun China geneigt ist, sich in solchen Wettbewerbkampf hineinzwingen zu lassen, wird die Zukunft lehren. Inzwischen sind in China schon recht beachtenswerte Fortschritte in der Anwendung europäischer Technik und in der industriellen Entwicklung zu verzeichnen. Sie setzten natürlich zuerst in den dem Weltverkehr geöffneten Seehäfen ein, die sich alsbald bedeutend entwickelten; so vor allem in Hongkong, Dairen, Tientsin, nicht zu vergessen unser früheres Tsingtau und namentlich Shanghai. Diese Stadt wurde geradezu ein Mittelpunkt für die Ansiedlung der verschiedensten Zweige europäischer Industrie und Technik.

Zunächst waren es Werkstätten und Anlagen für Schiffbau und Schiffsausbesserung, die mit der mehr und mehr sich entwickelnden See- und Flußschifffahrt erstanden, und die fremdländischen waren die Vorläufer, die die erste Pionierarbeit zur Einführung europäischer Technik und Arbeitsverfahren verrichteten. Unter solchen Unternehmungen, von denen etwa vierzig namhaft gemacht werden können, überwiegen die britischen. Die englische Admiralität hat eigene Dockanlagen in Hongkong; außerdem bestehen dort noch drei von privater englischer Seite. Das größte chinesische Unternehmen dieser Art stellt das Kiangnan-Dock in Shanghai dar, das unter der Aufsicht der Regierung steht. Die Engländer üben aber hier durch einen teilweise englischen Stab technischen Einfluß aus. Im übrigen weist Shanghai die meisten Unternehmungen auf, die sich mit Schiffbau und Schiffsinstandhaltung be-

fassen. Außer dem genannten Unternehmen gibt es in Shanghai noch zwei bedeutende englische, eine französisch-chinesische Gesellschaft und etwa neun kleinere rein chinesische und ein japanisches Unternehmen. In Tientsin beherrscht eine französische Gesellschaft das Feld; außerdem sind dort drei englische und eine italienische vorhanden. Ein chinesisches, nicht unbedeutendes Unternehmen ist in Amoy, je ein größeres japanisches in Dairen und Port Arthur, ein größeres und zwei kleinere chinesische in Hankow und weitere noch in andern Städten vertreten.

Das gesamte in diesen Unternehmungen angelegte Kapital dürfte etwa 32 Mill. Reichsmark betragen, wovon allein auf die Engländer 23 Mill., auf die Chinesen 7 Mill. und auf andre 2 Mill. ℳ entfallen. Bemerkenswerte Aufschlüsse hierüber ergibt ein Vergleich des Kapitals der in China namentlich zu erfassenden Schiffahrtsgesellschaften. Es sind vorhanden:

etwa 16 englische Gesellschaften mit 123 Mill. ℳ,
etwa 6 japanische Gesellschaften mit 13 Mill. ℳ,
3 andre, dänische, spanische Gesellschaften mit . . . . 52 Mill. ℳ,
etwa 75 chinesische Gesellschaften mit . . . . 72 Mill. ℳ.

Mit ein paar Ausnahmen handelt es sich bei den chinesischen Unternehmungen dieser Art um bescheidene Verhältnisse.

Eine Vorbedingung für den industriellen Aufstieg sind geeignete Verkehrswege. Anfänglich kamen nur die Wasserstraßen in Frage, an denen industrielle Anlagen erstehen konnten. Landstraßen in unserem Sinne, die eine Beförderung von schweren Maschinenteilen ermöglichen, gibt es in China nicht. Mit dem Bau solcher Verkehrswege steckt man noch ganz in den Anfängen. Der Norden Chinas geht langsam dazu über, Straßen anzulegen, die sich auch für einen Automobilverkehr über Land eignen.

Erst nach dem Bau von Eisenbahnen konnte das Land eigentlich erschlossen werden, und China verfügt zur Zeit über ein Eisenbahnnetz von etwa 12 000 km Streckenlänge, Abb. 1. Auf die ostchinesische Eisenbahn entfallen davon rd. 2000 km mit einem Anlagekapital von etwa 200 Mill. Goldrubel. Diese Bahn ist fast ausschließlich mit russischen Geldern gebaut und steht auch unter russischem Einfluß. Die südmandschurische Eisenbahn mit etwa 1800 km Streckenlänge und einem Anlagekapital von 200 Mill. Yen ist in japanischem Besitz. Die Yünnan-Eisenbahn im Süden Chinas mit 465 km Streckenlänge und 100 Mill. französischen Franken Kapital steht unter französischer Aufsicht. Die Shantung-Eisenbahn mit 400 km Streckenlänge wurde mit deutschen Geldern gebaut (60 Mill. ℳ) und stand früher unter deutscher Verwaltung. Das von den Chinesen für die verbleibenden Linien aufgewendete Kapital mag etwa 550 Mill. mex. Dollar = rd. 1,1 Milliarden ℳ betragen. In Anbetracht der Größe Chinas, nahezu ganz Europa an Fläche und Einwohnerzahl entsprechend, bedeuten diese Eisenbahnlinien nicht viel; denn Europa hat rd. 322 000 km Eisenbahnlinien (Deutschland allein 58 000 km).

Mit den Eisenbahnen entstanden umfangreiche Ausbesserwerkstätten, die mit den Schiffswerften die Vorläufer einer eigenen neuzeitlichen Maschinenindustrie wurden. Jetzt gibt es schon eine größere Zahl derartiger Unternehmungen, die sich mit dem Bau von Dampfkesseln, Dampfmaschinen, Pumpen, Personen- und Güterwagen und Baukonstruktionen befassen, von größeren chinesischen Unternehmungen etwa zehn in verschiedenen Städten. Daneben gibt es etwa 170 kleinere Maschinenbauanstalten und Werkstätten, von denen sich aber 130 allein in Shanghai befinden. Es sind dies Unternehmen, die sich mit der Anfertigung von allen möglichen Maschinen und Ausrüstungsgegenständen befassen, wie Druckmaschinen, Tabakschneidemaschinen, Reisenthülsmaschinen, Spielzeug, Beschlägen. Als Betriebskraft dienen Elektromotoren oder Gas- und Dieselmotoren; zum Teil ist noch Handbetrieb vorhanden.

Auch die Anfertigung von elektrischen Maschinen und Apparaten, Installationsmaterialien und Leitungen ist von ein paar rein chinesischen Fabriken aufgenommen worden, ohne aber bisher zu irgendwelcher Bedeutung zu kommen. Es mögen sich etwa zehn solcher Unternehmungen nennen lassen. Immerhin ist es nötig, die Anfänge auf diesem schwierigen Fabrikationsgebiet in China zu vermerken. Das von chinesischer Seite in Unternehmen der Maschinenindustrie gesteckte Kapital mag etwa 15 Mill. ℳ betragen, dazu kommen noch rd. 10 Mill. ℳ japanisches Kapital.

Auf dem Gebiete der neuzeitlichen Eisen- und Stahlerzeugung können nur drei Unternehmungen genannt werden. Das bedeutendste sind die Hanyang-Eisen- und Stahlwerke bei Hankow, die mehrere tausend Arbeiter beschäftigen und täglich etwa 750 t Stahlschienen und Walzstahl herzustellen vermögen. Die ersten Anlagen wurden bereits in den 90er Jahren geschaffen und später weiter ausgebaut, z. T. erst nach dem Kriege. Dieses Werk ist mit den ebenfalls in der Nähe von Hankow gelegenen Tayeh-Eisen- und Stahlwerken, den Tayeh-Eisengruben und den Pinghsiang-Kohlengruben zu einem Unternehmen, der Han Yeh Ping Iron and Coal Co., Ltd., zusammengeschlossen mit einem Gesamtkapital von etwa 36 Mill. ℳ. Das Unternehmen ist in chinesischem Besitz, doch haben die Japaner durch Hergabe von Anleihen Einfluß erlangt. Die Werke sind durchaus neuzeitlich eingerichtet. An ihrer Ausrüstung konnte sich auch die deutsche Industrie stark beteiligen.

Von größerer Bedeutung sind dann noch die in japanischem Besitz befindlichen, in der Südmandschurei gelegenen Anshan-Eisen- und Stahlwerke, die während des großen Krieges mit englischer Hilfe ausgebaut wurden. Das dritte Unternehmen sind die nach dem Kriege gegründeten Woo Shing-Eisen- und Stahlwerke in Pootung bei Shanghai. Die elektrisch angetriebene Walzenstraße stammt aus Deutschland.

Mit der Verhüttung von Eisen und andern Erzen nach europäischen Verfahren steckt China noch ganz in den Anfängen. Die etwa 10 bis 15 Eisenerzgruben und 30 Kupfer-, Zinn-, Antimon-, Blei-, Quecksilber-, Silber- und Goldgruben werden meistens noch auf ganz einfache Weise oder mit unzulänglichen neueren Arbeitsverfahren betrieben.

Anders ist dies bei den Kohlengruben. Derartige Unternehmen kleineren und größeren Umfanges gibt es etwa 40 bis 50, von denen einige mit ergiebigen Flözen und gutem Absatz sich durchaus neuzeitlich umgestellt und zum Teil geradezu vorbildliche Anlagen geschaffen haben. Namentlich die Ihsien-Gruben der Chang Tsing Mining Co. in der Nähe von Tientsin verfügen über neuzeitliche elektrische Fördermaschinen, Pumpen- und Bewetterungsanlagen, Kohlenaufbereitung, ein Krankenhaus mit allen neuzeitlichen Einrichtungen, und Beamtenhäuser im Villenstil. Alles das ist nach dem Kriege von deutschen Firmen, unter Führung der Siemens-Werke geliefert und errichtet worden. Die Grubenleitung ist chinesisch, nur ein deutscher Ingenieur ist in der Betriebsleitung tätig. Das in dieser Grube festgelegte Kapital beträgt rd. 8,5 Mill. ℳ, die Zahl der Arbeiter 5000.

Ein recht bedeutendes Unternehmen gleicher Art stellen auch die in japanischem Besitz befindlichen, östlich von Mukden gelegenen Fushun-Kohlengruben dar, die sich auch mit der Erzeugung und Verwertung von Nebenprodukten befassen. Man beschäftigt hier rd. 4000 Arbeiter (je zur Hälfte japanische und chinesische). Das in den umfangreichen Gesamtanlagen festgelegte Kapital beträgt 20 Mill. Yen, d. h. rd. 40 Mill. ℳ. Das gesamte in Gruben sowie Eisen- und Stahlwerken angelegte Kapital in China beträgt etwa

von chinesischer Seite . . . . 260 Mill. ℳ
„ japanischer Seite . . . . 75 „ „
„ sonstiger fremder Seite . 100 „ „.

Sind die Fortschritte in der neuzeitlichen Einstellung und Entwicklung der chinesischen Industrie auf dem letztgenannten Gebiete schon sehr bemerkenswert, so sind sie in der Textilindustrie hervorragend zu nennen; China kann ja auch als das klassische Land dieser Indu-

strie bezeichnet werden. Europäische Arbeitsverfahren wurden sehr bald von den Chinesen aufgenommen, und in den letzten 20 Jahren, besonders stark nach dem Kriege, entstand eine große Zahl ganz neuzeitlicher Unternehmungen. Die Textilmaschinen lieferten in der Hauptsache England, daneben Amerika und auch Japan. Erst in letzter Zeit gelang es Deutschland, etwas Fuß zu fassen.

Einen bemerkenswerten Einblick geben die Einfuhrwerte von Textilmaschinen während der Jahre 1921 bis 1924 nach Zahlentafel 1.

Abb. 1. Karte von China mit Eisenbahn und Wasserstraßen.

Zahlentafel 1
Wert der in China 1921 bis 1924 eingeführten Textilmaschinen in Hongkong-Taëls[1])

Einfuhrland	1921	1922	1923	1924
Großbritannien	11 160 313	15 171 830	6 152 364	2 628 713
Kanada	4 296 692	1 822 706	42 717	1 761
Verein. Staaten	7 471 520	6 067 336	890 816	605 068
Japan	3 622 553	6 725 284	4 557 784	2 157 117
Deutschland	131 492	315 643	284 511	228 050
Übrige Länder	100 022	397 325	296 572	202 942

[1]) 1 Taël = rd. 2 *M*

Hervorgehoben sei, daß sich auch der elektrische Einzelantrieb mehr und mehr einführt und einige Unternehmungen über stattliche eigene Krafterzeugungsanlagen verfügen.

Rein chinesische Baumwollspinnereien gibt es etwa 75 mit rd. 2 100 000 Spindeln, hierzu kommen noch etwa 30 japanische und 5 englische Unternehmungen in Shanghai und Tsingtau, mit zusammen 850 000 Spindeln. Etwa 100 kleinere Webereien und Fabriken für Tuche, Hemdenzeug u. a., ferner etwa 70 Strickereien und Fabriken für Strumpfwaren und Unterzeug usw. sorgen für die Weiterverarbeitung. Seidenspinnereien und Webereien können etwa 200 aufgezählt werden, die sich überwiegend in Shanghai befinden. Alle diese Unternehmen sind zu einem großen Teil erst nach dem Weltkriege gegründet worden. Kunstseidefabriken sind in China bisher nicht vertreten. Das gesamte in der neuzeitlichen Textilindustrie in China von Chinesen angelegte Kapital beträgt rd. 300 Mill. *M*, das von Japanern 425 Mill. *M*.

Auch an andre Zweige der Industrie wagt sich chinesischer Unternehmergeist unter Anwendung westländischer Technik. So entstanden drei neue großzügig angelegte Zementfabriken von hoher Güte bald nach dem Kriege (die größte in Shanghai), deren Maschinen und Ausrüstungen vorwiegend von deutschen Firmen geliefert wurden. Die technische Oberleitung liegt in der Hand deutscher Sachverständiger. Eine andre große Zementfabrik erfuhr nach dem Kriege eine große Erweiterung und Verbesserung. Einige ältere Fabriken sind ohne größere Bedeutung; nur zwei in japanischem Besitz befindliche machen eine Ausnahme.

In diesem Industriezweig sind an Kapital angelegt:

von chinesischer Seite 25 Mill. *M*,
von japanischer Seite 10 „ „,
von englischer Seite 6 „ „.

Eine ganz neuzeitlich eingerichtete und große Zuckerraffinerie wurde 1925 in Shanghai in Betrieb genommen. Sie hat ein eigenes großes Kraftwerk und der elektrische Einzelantrieb ist weitestgehend eingeführt; die Lieferungen stammen ausschließlich aus Deutschland. Neben diesem Unternehmen gibt es noch sieben gleichartige, von denen aber nur zwei jünger sind und größere Bedeutung haben.

Das angelegte Kapital verteilt sich auf:

Chinesen mit . . . . . . 22 Mill. *M*,
Japaner mit . . . . . . 20 „ „,
andre mit . . . . 7 „ „.

In der Papierindustrie dürften etwa 20 Unternehmungen vorhanden sein, die nach neuzeitlichen Verfahren arbeiten. Die erste Fabrik wurde bereits in den neunziger Jahren in Betrieb genommen. Auch diese Zweige der Industrie nahmen erst nach dem Kriege einen größeren Aufschwung, indem etwa zehn Neugründungen erfolgten. An dieser Entwicklung hat die deutsche Industrie bisher nur einen kleinen Lieferungsanteil erlangen können. Hier dürfte für die Zukunft noch reichlich Feld zu gewinnen sein. Vorläufig wird noch der größere Bedarf durch Einfuhr gedeckt. Das nur von Chinesen in diesem Industriezweig angelegte Kapital beträgt rd. 12 Mill. *M*.

Im Zusammenhang hiermit sei angegeben, daß 57 chinesische Druckereien namhaft gemacht werden können, die einen Kapitalaufwand von rd. 18 Mill. ℳ erforderten.

Einen ausgedehnten Industriezweig bilden in China die Ölmühlen. Es gibt etwa 300 solcher Unternehmungen, die überwiegend Bohnen verarbeiten, meist kleineren Umfang haben und zum Teil mit Schraubenpressen und ohne Maschinenkraft arbeiten. Andre haben hydraulische Pressen. Einige sind größere Anlagen, neuzeitlich eingerichtet und verwenden Elektrizität als Betriebskraft.

Das in diesem Industriezweig festgelegte Kapital verteilt sich

auf Chinesen mit . . . 11 Mill. ℳ,
auf Japaner mit . . . . 34 „ „ ,
auf andre mit . . . 3 „ „ .

Die Japaner haben ihre Unternehmungen hauptsächlich in ihrem Interessengebiet, d. h. in der Mandschurei. Auch die Chinesen sind daselbst zahlreich vertreten.

Einen weiteren beachtenswerten Zweig der industriellen Entwicklung stellen die neuzeitlichen Getreidemühlen dar. Hiervon sind etwa 100 vorhanden, von denen sich allein 16 in Shanghai befinden. Neun Unternehmungen sind in japanischen, eines (in Hankow) in englischen und eines (in Harbin) in russischen Händen. Das größte Unternehmen dieser Art ist das der Mow Sing & Foh Sing Flour Mill, das allein 11 Mühlen in Shanghai, Hankou, Wuhsih und Tsinan betreibt, mit rd. 2000 Arbeitern und 300 Beamten. Von allen diesen Mühlen dürften 75 während und nach dem Weltkrieg errichtet worden sein, was auf die derzeitige „Konjunktur“ ein bezeichnendes Licht wirft.

Von dem angelegten Kapital für diesen Industriezweig sind

in chinesischem Besitz . . . . . 60 Mill. ℳ,
in japanischem Besitz . . . . . 22 „ „ ,
in anderm fremden Besitz . . . 3,2 „ „ .

Die Ausrüstungen der Mühlen stammen vorwiegend aus Amerika.

Hier zu erwähnen sind auch größere Reismühlenanlagen, die als Gesellschaftsgründungen eingetragen sind, mit Maschinenkraft betrieben werden und als chinesische Unternehmungen größere Bedeutung haben. Von ihnen sind etwa 30 vorhanden. Das angelegte Kapital mag aber 4,5 Mill. ℳ kaum überschreiten. In der Zahl nicht feststellbar ist die große Menge der Reismühlen, die von einzelnen Personen oder von Familien betrieben werden.

Ein ganz besonderer für China wichtiger Zweig in der Nahrungsmittelindustrie sind die Fabriken für Herstellung von Eiererzeugnissen, und zwar von Eigelb und Albumin, die für die Ausfuhr in Betracht kommen. Ersteres kommt in flüssigem Zustand und auch getrocknet zum Versand. Das flüssige Erzeugnis wird mit Borsäure oder mit benzosaurem Natron konserviert. Das Albumin ist getrocknetes, kristallinisches Eiweiß. Diese Art Fabriken werden ausschließlich von Chinesen betrieben. Daneben kommen noch Anlagen für Gefrier-Eierprodukte in Betracht, die aber in der Hauptsache in den Händen der Ausländer sind.

Von größeren Unternehmungen sind etwa 20 vorhanden, die zum Teil umfangreichere maschinelle Anlagen haben und mehrere hundert Arbeiter beschäftigen. Außerdem gibt es noch etwa ebensoviel kleinere Unternehmungen. Eine große Anzahl der Fabriken ist in Shanghai.

Von dem in diesem Zweige der Industrie angelegten Kapital stammten

2 Mill. ℳ von Chinesen,
4,3 „ „ „ Japanern,
1,0 „ „ „ andern.

An dieser Stelle vermerkt seien ferner:

Rd. zehn meistens einheimische Konservenfabriken für Fleisch, Früchte, Gemüse mit größeren maschinellen Anlagen und rd. 2 Mill. ℳ Kapital.

18 Eisfabriken und Gefrieranlagen, die sich aber meist in ausländischem Besitz befinden. Die Kapitalbeteiligung beträgt rd.

von Chinesen . . . 0,9 Mill. ℳ,
„ Japanern . . . 7,0 „ „ ,
„ andern Fremden . 5,6 „ „ .

10 Mineralwasserfabriken, die sämtlich in fremdländischem Besitz sind. Das größte Unternehmen ist die Tsingtau Mineral Water Co., Ltd., in japanischem Besitz mit 1,5 Mill. Yen (3 Mill. ℳ) Kapital und einer Erzeugung von 3 Mill. Flaschen jährlich im Werte von 600 000 Yen. Auf die andern bescheidenen Unternehmen entfallen etwa 0,5 Mill. ℳ.

Recht ansehnlich ist die Tabak-, Zigarren- und Zigarettenindustrie. Hier können etwa 60 größere und große Unternehmungen aufgezählt werden, von denen sich die bedeutendsten in fremdem Besitz befinden. Ein britisches Unternehmen betreibt Fabriken in Shanghai mit 7500 Arbeitern und solche in Mukden und Hankau. Die Leistung der Fabrik in Hankau beträgt 6 Mill. Zigaretten am Tag. Ein andres britisches Unternehmen hat Fabriken ebenfalls in Shanghai und auch in Hongkong. Die Fabrik in Hongkong liefert 5 Mill. Zigaretten täglich. Eine japanische Fabrik in Newchwang (Fengtien-Prov.) liefert täglich 10 Mill. Zigaretten.

In diesem Industriezweig sind angelegt etwa

43 Mill. ℳ von Chinesen,
41 „ „ „ Japanern,
6 „ „ „ Engländern,
3,3 „ „ „ andern.

Es gibt noch eine Reihe von industriellen Unternehmungen auf den verschiedensten Gebieten, die, wenn sie auch keine überragende Bedeutung haben, immerhin bemerkenswert bleiben.

So bestehen etwa 60 Gerbereien und Fabriken für Lederwaren, Schuhe, meist kleinere Unternehmungen in chinesischem Besitz. An Kapital sind angelegt etwa

7,7 Mill. ℳ von Chinesen,
5,3 „ „ „ Japanern,
2,0 „ „ „ andern.

Auch die chemische Industrie tritt bereits mit größeren Werken auf. Im Ganzen könnten etwa 35 namhaft gemacht werden. Sie befassen sich mit der Herstellung von verschiedenen Chemikalien, Alkalien, Säuren, Farbstoffen, Parfüms, Toilettenartikeln und pharmazeutischen Waren.

Das angelegte Kapital verteilt sich mit

10 Mill. ℳ auf Chinesen,
4,5 „ „ „ Japaner,
2,5 „ „ „ andre.

Für Kampfergewinnung haben acht Unternehmungen größere Bedeutung. Hier überwiegen bei weitem die Japaner und andre Fremde in der Kapitalbeteiligung. Zur Verfügung gestellt sind rd.

0,8 Mill. ℳ von Chinesen,
4,0 „ „ „ Japanern,
2,0 „ „ „ andern.

Seifenfabriken mögen 90 vorhanden sein, von denen sich aber 40 allein in Shanghai befinden. Es sind z. T. recht ansehnliche Unternehmungen mit neuzeitlichen Einrichtungen. Die Kapitaleinlagen schwanken zwischen 10 000 und 2 Mill. ℳ. Die größten Unternehmungen sind in englischen und japanischen Händen.

Das eingelegte Kapital verteilt sich mit

6 Mill. ℳ auf Chinesen,
3 „ „ „ Japaner,
6 „ „ „ andre.

Glasfabriken können 17 aufgezählt werden, wovon drei in japanischem, die andern in chinesischem Besitz sind. 4 Mill. ℳ des Kapitals stammen von Chinesen, 1 Mill. ℳ von Japanern.

Keramische Werke sind etwa 14 vorhanden, davon drei größere in japanischen Händen. Kapital 2 Mill. ℳ von Chinesen, 5 Mill. ℳ von Japanern.

Sägewerke werden von etwa 21 chinesischen, 25 japanischen und 5 andern fremden Firmen betrieben. Sie befinden sich in der Hauptsache in der Mandschurei, an den Eisenbahnlinien und an Flußläufen, wo es noch ausgedehnte Waldungen gibt. Auch Eisenbahnschwellen werden von diesen Unternehmungen geliefert. Das von den Chinesen aufgewendete Kapital beträgt rd. 14 Mill. ℳ. Von den Japanern dagegen stammen 64 Mill. ℳ.

Diese Art Unternehmen sind überwiegend Gründungen seit dem großen Kriege.

Mit der Herstellung von Zündhölzern befassen sich 92 Firmen, von denen 9 japanisch sind. Das aufgewendete Kapital beträgt:

14 Mill. ℳ von chinesischer,
6 „ „ „ japanischer Seite.

Ein besonderes Kapitel in der Industrialisierung Chinas stellen die Elektrizitätswerke dar, die sich als kleinere und größere Licht- und Krafterzeugungsanlagen für den allgemeinen Bedarf in zahlreichen Städten und Ortschaften befinden. Die Entwicklung dieses Zweiges der Technik begann in China vor kaum 20 Jahren. Es mag etwa 300 solcher Werke geben, und zwar als einfache Lokomobil- oder Dieselanlagen von wenigen Pferdestärken bis zu großen neuzeitlichen Turbozentralen von sehr beträchtlichen Leistungen. Das größte Unternehmen dieser Art ist das unter englischer Leitung stehende, vom Shanghai Municipal Council betriebene Elektrizitätswerk mit 121 000 kW Leistung, wobei mit der fortschreitenden Entwicklung Einheiten von 2000, 5000, 10 000, 18 000 und 20 000 kW Aufstellung fanden. Diese Maschinen wurden in der Hauptsache von englischen Firmen geliefert. Ein zweites großes Kraftwerk ist das der Shanghai Chinese Merchants Electric Supply Co., Ltd., in der Vorstadt Nantao von Shanghai, das unter chinesischer Leitung steht und 16 000 kW Leistung hat. In diesem Werk wurden nur Maschinen deutschen Ursprungs aufgestellt.

Als erstes Überlandkraftwerk wurde im Jahre 1923 die Dampfturbinenanlage der Tseng Hua Electr. Manufact. Co., Ltd., mit 6400 kW Leistung in der Nähe von Wuhsih in Betrieb genommen. Die Freileitungsspannung dieses Werkes beträgt 33 000 V. Ein Kraftwerk gleicher Größe und Spannung wurde kaum ein Jahr später in der Mandschurei, 140 km südwestlich von Mukden, fertiggestellt. Diese beiden Werke verdanken ihre Entstehung allein deutscher Anregung und Lieferung.

Obwohl China über eine größere Anzahl ausbauwürdiger Wasserkräfte verfügt, ist zu ihrer Nutzbarmachung bisher kaum etwas geschehen. Nur ein größeres Wasserkraftwerk weist China bisher auf, und wiederum ist seine Errichtung deutscher Arbeit zu danken. Dieser Kraftwerkbau befindet sich bei Yünnanfu in der südwestlichen Provinz Yünnan in etwa 2200 m Höhe und nutzt den gefällstarken Abfluß eines wasserreichen Sees aus. Der erste Ausbau wurde bereits vor dem Kriege, 1913, vollendet und in Betrieb genommen. Im Jahre 1926 erfolgte die Inbetriebnahme eines zweiten, etwa gleich großen parallel arbeitenden Kraftwerkes. Die Gesamtleistung beider Werke beträgt rd. 1600 PS. Mit diesem Werk erstand in seinem ersten Ausbau zugleich auch die erste in China gebaute, 35 km lange Hochspannungsleitung, und zwar für 23 000 V, die dieses Kraftwerk mit den städtischen Verbrauchern über ein Unterwerk verbindet. Neben diesem neuzeitlichen Wasserkraftwerk besteht bisher nur noch eine kleine, etwa 300 PS leistende Anlage in der Nähe von Lungtau am Yangtsekiang, die 1925 in recht primitiver Weise von den Chinesen selbst ausgebaut wurde.

Das von den Chinesen in etwa 270 Unternehmungen dieser Art angelegte Kapital wird sich etwa auf 130 Mill. ℳ belaufen. Hierzu kommen noch etwa 15 Unternehmungen japanischerseits mit rd. 30 Mill. ℳ und 12 andre fremde Unternehmen mit etwa 32 Mill. ℳ.

Die immerhin recht lebhafte Entwicklung, die der Bau von Elektrizitätswerken in China genommen hat, spricht für die praktische Erfassung und Betätigung der Chinesen in der Entwicklung dieser Energiequelle. Die bequeme Art der Energieübertragung kam den örtlichen Verhältnissen in China sehr entgegen. Diese, d. h. die engen, winkligen Straßen in den Eingeborenen-Stadtteilen und rein chinesischen Städten hinderten dagegen den Bau von Straßenbahnen, die in den großen und ausgedehnten Städten sonst sicher ein willkommenes Verkehrsmittel abgeben würden. So gibt es Straßenbahnen nur in wenigen großen Städten. In Shanghai ist ein britisches Unternehmen mit rd. 26 km Strecke, 90 Motorwagen und 90 Anhängern, ein französisches mit 22 km und 50 Wagen und ein chinesisches für die Eingeborenenstadt mit 15 km und 36 Wagen. Die zuletzt genannte Bahn bevorzugte deutsche Lieferungen. In Tientsin ist ein belgisches Unternehmen mit 13 km Strecke und 66 Triebwagen gegründet, in Peking ein unter französischer Leitung stehendes mit 10 km und 20 Triebwagen. Die Lieferungen hierfür gelangten durch chinesischen Einfluß zu einem guten Teil auch an deutsche Firmen.

In Mukden wird eine Straßenbahn von etwa 10 km Länge mit 12 Triebwagen betrieben. Die Lieferungen sind deutschen Ursprungs. In Harbin ist eine Bahn von 18 km Länge mit 20 Triebwagen in Betrieb; die Lieferungen erfolgten sämtlich von deutscher Seite. In Hongkong besteht ein englisches Unternehmen mit 15 km Strecke und 55 Triebwagen, in Dairen ein japanisches mit 20 km Strecke und 65 Triebwagen. Diese letztere Straßenbahn dient auch dem Güterverkehr.

Außerdem wird auf den Fushungruben, Fengtien-Provinz, eine elektrische Bahn betrieben, die in der Hauptsache dem Güterverkehr dient und Bahnanschluß hat. Streckenlänge etwa 130 km, vorhanden 20 Lokomotiven von 50 t und 4 von 25 t Gewicht, außerdem 4 Motorwagen mit Anhänger. Es handelt sich hier um ein großzügiges Unternehmen der japanisch-südmandschurischen Eisenbahn. Das in den Straßenbahnen (ausschließl. der Fushunbahn) angelegte Kapital dürfte etwa 150 Mill. ℳ betragen, wovon etwa 90 Mill. ℳ auf fremde Gründungen entfallen.

Es darf nicht Wunder nehmen, daß die Errichtung von Gaswerken wegen der erwähnten örtlichen Verhältnisse in China nur in den großen Welthandelsplätzen und Städten Eingang fand. Sie sind — acht an der Zahl — mit fremdem Gelde erbaut worden. Die in Hongkong, Shanghai und Tientsin sind englische Unternehmungen; fünf andre, darunter die von Mukden und Dairen, befinden sich in japanischen Händen. Die ersten Gaswerke wurden in Hongkong und Shanghai bereits in den 60er Jahren gebaut, das von Tientsin in den 90er Jahren. Das Gaswerk von Dairen kam erst im Jahre 1910 in Betrieb, die andern noch später, z. T. sogar erst nach dem großen Kriege.

Die deutsche Industrie war bei den Lieferungen für diese Werke so gut wie gar nicht beteiligt. Der Kapitalanteil ist seitens der Japaner mit 1,6 Mill. ℳ, seitens andrer Fremder mit 8,5 Mill. ℳ anzusetzen.

Die Errichtung von Wasserwerken hat dagegen in China wieder etwas größere Ausdehnung genommen. Es gibt rd. 30 solcher Unternehmungen. Auch sie befinden sich hauptsächlich in den bedeutenden Hafenstädten. Die ersten Anlagen wurden in Hongkong und Shanghai bereits in den 60er und 80er Jahren errichtet. In Shanghai ist ferner ein unter französischer Leitung stehendes Wasserwerk, und in den Vorstädten Chapei und Nantao betreibt man Wasserwerke chinesischer Gründung unter chinesischer Leitung. Auch das bedeutende Wasserwerk in Canton ist eine chinesische Gründung, wie überhaupt alle solche Werke, die nicht in fremden Konzessionsgebieten liegen. Fünf Wasserwerke liegen im japanischen Einflußgebiet. Etwa 10 Neugründungen und erhebliche Erweiterungen erfolgten nach dem Weltkriege. An den Lieferungen für diese Werke hat England den Hauptanteil. Deutschen Anstrengungen gelang es aber, in den letzten Jahren nicht unbedeutende Aufträge zu erhalten.

Die Kapitaleinlage beträgt:

von chinesischer Seite . . 40 Mill. ℳ,
„ japanischer Seite . . . 23 „ „,
„ andrer fremder Seite . 40 „ „.

Wenn wir die Angaben über Kapitalanlagen, die zum Teil auf tatsächlichen Unterlagen, zum Teil auf vorsichtigen Schätzungen beruhen, zusammenzählen, wobei die Kapi-

talien der Schiffahrtsgesellschaften nicht berücksichtigt werden sollen, so ergeben sich folgende Gesamtwerte für industrielle Anlagen einschließlich Eisenbahnen und Straßenbahnen:

Rein chinesisches Kapital . . .	2171 Mill. ℳ
japanisches Kapital	1231 „ „
andres fremdes Kapital	860 „ „
Insgesamt:	4262 Mill. ℳ

Bei der Einschätzung dieser Zahlen ist in Betracht zu ziehen, daß sie im Laufe von kaum 25 Jahren auf diese verhältnismäßig hohen Beträge aufgelaufen sind. Außerordentlich beachtenswert bleibt der japanische Anteil, der sich fast ausschließlich auf das japanische Einflußgebiet, d. h. die Südmandschurei, erstreckt. Man sieht, mit welcher Großzügigkeit die Japaner bei ihren Unternehmungen vorgehen und ihrerseits wieder die Chinesen zur Nacheiferung anreizen.

Hat das chinesische Volk erst seine inneren Kämpfe erledigt und die Arme frei bekommen für sicheres Schaffen dann dürfte eine „goldene" Zeit heraufkommen.

Halten wir die Augen auf! [B 886]

Wärmespannungen in Dampfturbinenscheiben

Die Steigerung der Temperaturen des Frischdampfes ruft auch größere Temperaturunterschiede im Innern der Dampfturbinen hervor, denen man besondre Aufmerksamkeit schenken muß. In den Turbinenscheiben treten außer den Beanspruchungen infolge der Fliehkraft und des Aufschrumpfens auf die Welle noch Spannungen infolge der Temperaturunterschiede zwischen Kränzen und Naben der Scheiben auf. Für die Berechnung der zuerst genannten Spannungen hat Grammel[1]) ein Verfahren entwickelt, das ohne besondere Hilfsmittel verhältnismäßig rasch zum Ziele führt. Seine zeichnerische Untersuchung läßt sich auch auf die Ermittlung der Wärmespannungen ausdehnen.

Nach dem Vorbilde von Donath[2]) zerlegt man den gegebenen Scheibenquerschnitt in eine Anzahl von Rechtecken, die den entsprechenden Teilen des wirklichen Querschnitts flächengleich sind; man erhält so ein sogenanntes Stufenprofil aus einer Anzahl Scheiben von gleicher Dicke. Zur Berechnung der Wärmespannungen, die sich einfach über die Fliehkraft- und Schrumpfspannungen der Scheibe lagern, dienen die bekannten Wärmespannungsgleichungen von Stodola[3]) für ruhende Scheiben von gleicher Dicke:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\nu^2}\left[-\frac{(1-\nu^2)\,\varepsilon}{x^2}\int t\,x\,\mathrm{d}\,x + (1+\nu)\,a_1 - (1-\nu)\frac{a^2}{x^2}\right] \quad (1),$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\nu^2}\left[-\frac{(1-\nu^2)\,\varepsilon}{x^2}\int t\,x\,\mathrm{d}\,x - (1-\nu^2)\,\varepsilon\,t + (1+\nu)\,a_1 + (1-\nu)\frac{a_2}{x^2}\right] \quad (2).$$

Für praktische Fälle genügt es, linearen Zusammenhang zwischen der Temperatur t und dem Scheibenhalbmesser x anzunehmen:

$$t = m\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Gl. (1) geht dann über in

$$\sigma_r = -\frac{E\,\varepsilon}{x^2}\int m\,x^2\,\mathrm{d}\,x + \frac{E\,a_1}{1-\nu} - \frac{E\,a_2}{(1+\nu)\,x^2},$$

$$= -\frac{E\,\varepsilon\,m\,x}{3} - \frac{E\,\varepsilon\,m\,c}{x^2} + \frac{E\,a_1}{1-\nu} - \frac{E\,a_2}{(1+\nu)\,x^2}.$$

Gl. (1) kann man auch schreiben in der Form

$$\sigma_r = A + \frac{B}{x^2} - 8\,m\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Hierin sind A und B Konstanten, die aus den Randbedingungen bestimmt werden; ferner ist $E = 2 \cdot 10^6$ kg/cm², $\varepsilon = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$. Ähnlich ergibt sich aus Gl. (2)

$$\sigma_t = A - \frac{B}{x^2} - 16\,m\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Führen wir die neuen Spannungsfunktionen

$$s = \sigma_r + 8\,m\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

$$t = \sigma_t + 16\,m\,x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

und die neue Veränderliche

$$v = \frac{1}{x^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

ein, so gehen Gl. (6) und (7) über in

$$s = A + B\,v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9),$$

$$t = A - B\,v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10).$$

Damit erhält man zwei Gleichungen, die den Schlußgleichungen der Grammelschen Untersuchungsweise entsprechen und eine einfache zeichnerische Darstellung der Spannungsfunktionen s und t innerhalb eines Ringes ermöglichen. Für die Änderung von s und t beim Übergang von einem Ring zum nächsten gelten die bekannten Bedingungen

$$\varDelta\,s = \sigma_{r_1}\left(\frac{y_1}{y_2} - 1\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11$$

$$\varDelta\,t = \nu\,(\sigma_{r_2} - \sigma_{r_1}) = \nu\,\varDelta\,s \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12).$$

Die Ermittlung der gemeinsamen Beanspruchungen infolge Fliehkraft-, Rand- und Wärmespannungen erfolgt so, daß man statt der Grammelschen Ausdrücke $\alpha\,\omega^2\,x^2$ und $\beta\,\omega^2\,x^2$ die Glieder $\alpha\,\omega^2\,x^2 + 8\,m\,x$ und $\beta\,\omega^2\,x^2 + 16\,m\,x$ einsetzt. Gl. (1) und (2) lassen sich in ähnlicher Weise auch für jede andre Abhängigkeit der Temperatur t vom Scheibenhalbmesser x entwickeln, wenn nur $\int t\,x\,\mathrm{d}\,x$ lösbar ist. Ist z. B. $t = m\,x^n$, so erhalten Gl. (4) bis (7) die Form:

$$\sigma_r = A + \frac{B}{x^2} - \frac{24\,m\,x^n}{n+2},$$

$$\sigma_t = A - \frac{B}{x^2} - 24\,m\,x^n\left(1 - \frac{1}{n+2}\right),$$

$$s = \sigma_r + \frac{24\,m\,x^n}{n+2},$$

$$t = \sigma_t + 24\,m\,x^n\left(1 - \frac{1}{n+2}\right).$$

Gl. (8) bis (10) bleiben unverändert.

Besonders gefährdet durch Wärmespannungen sind außer der ersten Scheibe, bei der man mit Temperaturunterschieden von 50 bis 100 ° rechnen muß, auch die letzten, in tiefer Luftleere laufenden Scheiben. Die Dampftemperaturen am Niederdruckende weichen nämlich bei Vollast und Leerlauf erheblich voneinander ab. Während der Zustandspunkt des Abdampfes bei Vollast im Naßdampfgebiet mit seinem eindeutigen Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur liegt, rückt er bei der Drosselung und dem schlechten inneren Wirkungsgrade des Leerlaufs unter Umständen ziemlich weit ins überhitzte Gebiet, so daß die Abdampftemperatur stark zunimmt. Hinzu kommt noch der bei Leerlauf ins Gewicht fallende Einfluß der Radreibungswärme. Alles in allem muß man bei Leerlauf selbst bei guter Luftleere mit Dampftemperaturen von 100 bis 150 ° rechnen, wie die Erfahrung bestätigt.

Maßgebenden Einfluß auf den Temperaturunterschied zwischen dem Scheibenkranz und der Nabe übt ferner die Form des Scheibenquerschnitts aus. Bei Scheiben mit dicken, massigen Naben und bei großen Durchmessern treten die größten Unterschiede auf. Für praktische Messungen der Scheibentemperaturen im Betrieb kommt nur das Thermoelement in Frage[4]). Die Schwierigkeit einer thermokraftfreien Verbindung zwischen dem mit der Scheibe umlaufenden und dem feststehenden Teil der Meßanlage kann man durch Anwendung von Quecksilber-Kontaktzellen beseitigen. [M 1244]

Hannover Dipl.-Ing. Herbert Quednau

[1]) Dinglers Polytechn. Journ. Bd. 338 (1923) S. 217.
[2]) Berechnung rotierender Scheiben und Ringe, Berlin 1912.
[3]) Dampf- und Gasturbinen, Berlin 1924, S. 328.

[4]) Knoblauch-Hencky, Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen, München 1926, S. 147.

Die mechanischen Vervielfältigungsverfahren für Bureauzwecke

Von Dr.-Ing. Richard Berger, Berlin

Die Grundlagen und Besonderheiten der in technischen und kaufmännischen Bureaus heute gebräuchlichen mechanischen Vervielfältigungsverfahren werden besprochen und ihre Vorzüge und Nachteile gegeneinander abgewogen.

In Deutschland gibt es mehr als 300 Bureaumaschinen-Firmen, von denen über 70 mehrere Arten von Vervielfältigungsmaschinen bauen. Die Technischen Hochschulen haben die Feinmechanik sehr stiefmütterlich behandelt und haben mit verschwindenden Ausnahmen die Vorlesungen über Feinmechanik den Fachschulen überlassen. Die wenigsten Ingenieure haben z. B. auf einer Technischen Hochschule einen Vortrag über Schreibmaschinen gehört. Führende Firmen der feinmechanischen Industrie von ganz Deutschland haben sich daher 1922 zusammengeschlossen zu dem Verein: „Fachschule für feinmechanische Technik", um die Gauß-Schule in Berlin zu unterstützen, die eine umfassende Ausbildung auf dem Gesamtgebiet der Feinmechanik gibt.

Bei den mechanischen Vervielfältigungsverfahren[1]) wird die Vervielfältigung mittel- oder unmittelbar von einer farbeabgebenden Druckform abgenommen.

Bei allen mechanischen Vervielfältigern können wir zwei Hauptteile unterscheiden:

a) die Formplatte; sie enthält die Druckform, die sich mittelbar oder unmittelbar auf das Vervielfältigungspapier abdruckt;

b) die Gegendruckplatte; sie drückt das Vervielfältigungspapier gegen eine farbeabgebende Platte, gewöhnlich die Formplatte, und vermittelt den Abdruck.

Die Formplatte kann mechanisch durch Gießen, Prägen, Drücken, Stanzen usw. hergestellt werden oder auch photomechanisch. In diesem Falle wird die Formplatte mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogen und dann unter einer durchscheinenden Vorlage oder ihrem Negativ oder ihrem Diapositiv belichtet. Die lichtempfindlichen Schichten bestehen gewöhnlich aus naß auf die Druckformplatte aufgetragenen und dann getrockneten organischen Kolloiden (Eiweiß, Leim usw.), die durch geringe Zusätze von Kalium- oder Ammonium-Bichromat lichtempfindlich gemacht worden sind. Die vom Licht getroffenen Stellen härten sich, d. h. werden wasserunlöslich gemacht; die vor dem Licht geschützten Stellen behalten ihre Wasserlöslichkeit und werden nach der Belichtung fortgewaschen. Hierauf erfolgt, je nach der Anwendungsart der Druckform, die Hoch-, Tief- oder Flachätzung.

Wir können auf photomechanischem Wege und nachfolgendem Hoch-, Tief- oder Flachätzen eine Druckform in Stellen aufteilen, die Farbe von dem Farbwerk annehmen und auf Papier wieder abgeben, und in farbfreie Stellen. Wir können aber eine Druckform aus Stein oder Metall nicht so empfindlich machen, daß sie auch die Halbtöne (grauen Übergänge) zwischen schwarz und weiß druckt.

Damit dennoch Bilder von photographischen Aufnahmen gedruckt werden können, muß das photographische, aus Halbtönen bestehende Bild so in kleine schwarze und weiße Stellen (Striche und Punkte) aufgeteilt werden, daß sie auf das Auge wie echte Halbtöne wirken. Diese „falschen" Halbtöne werden durch das von Meisenbach und v. Schmaedel, München, erfundene Rastern erhalten.

Je nach der Gestalt der Formplatten können wir die Maschinen für Vervielfältigung einteilen in:

a) Plandruckmaschinen mit ebener Formplatte (manchmal findet man im technischen Schrifttum für Plandruck die unrichtige Benennung Flachdruck; hierunter verstehen wir aber den lithographischen Druck);

b) Walzendruckmaschinen (Rotationsdruck-, Zylinderdruck-, Umlaufdruck-Maschinen) mit zylindrischer Formplatte.

Die Plandruckmaschinen arbeiten im allgemeinen langsamer als die Walzendruckmaschinen. Bei den Plandruckmaschinen steht bald die ebene Formplatte fest und die Gegendruckplatte, gewöhnlich eine Walze, bewegt sich, oder es bleibt umgekehrt die Gegendruckplatte ortfest gelagert und die Formplatte bewegt sich. Am langsamsten arbeiten diejenigen Plandrucker, die beim Hin- und Rückgang nur einen Bogen bedrucken. Die Plandruckmaschinen haben den Vorzug, daß die ganze Formplatte bequem überblickt werden kann, aber den Nachteil aller Schubgetriebe gegenüber den Umlaufgetrieben, daß die Führung bewegter Planflächen nicht so einfach ist wie die von Walzen und die Bogen nicht unmittelbar aufeinanderfolgend mit gleichbleibender Geschwindigkeit zwischen den Druckplatten hindurchwandern können.

Je nachdem der Abdruck von der Formplatte mittel- oder unmittelbar genommen wird, können wir unterscheiden:

1. Vervielfältiger mit unmittelbarem Abdruck. Hier wird das Vervielfältigungspapier von der Gegendruckplatte unmittelbar gegen die Formplatte gepreßt und entnimmt ihr unmittelbar einen Abdruck. Beim unmittelbaren Abdruck von der Formplatte muß das Bild der Druckform ein Spiegelbild der Vervielfältigung sein.

2. Vervielfältiger mit mittelbarem Abdruck (Gummi- oder Offsetdruck). Beim mittelbaren Abdruck überträgt die Formplatte im Vervielfältiger ihren Abdruck zuerst auf eine Umdruck- oder Zwischenplatte (Gummi- oder Offsetplatte). Diese gibt den von der Druckform erhaltenen Abdruck an das von der Gegendruckwalze angepreßte Vervielfältigungspapier weiter. Beim mittelbaren Abdruck ist das Bild der Formplatte leserichtig. Die Zwischenplatte nimmt davon einen spiegelbildlichen Abdruck und dieser druckt sich wieder leserichtig auf das Vervielfältigungspapier ab.

Wir können auch die Druckverfahren je nach der Zahl der gleichzeitig mit einem Druckvorgang hergestellten Abdrücke einteilen und unterscheiden dann zwischen folgenden beiden Verfahren:

α) Die Durchdruck-Verfahren

stellen gleichzeitig mit der Vorlage, Abb. 1, die Durchdrucke her. Die hierhergehörigen Durchdruckmaschinen, z. B. nach DRP 408 243, haben keine wirtschaftliche Bedeutung erlangt und können daher hier unberücksichtigt bleiben. Wichtig sind dagegen die mit der Schreibmaschine hergestellten Durchschläge geworden. Als Druckform kann die einzelne Type der Schreibmaschine oder ein Schreibstift in Anwendung kommen. Unter dem Erst-Schriftblatt liegen die Durchschreibpapiere und auf deren Schriftseite mit ihrer Farbseite anliegend die Farbträger (Kohlenpapiere). Bei der Herstellung der Erstschrift drucken sich die Schriftzeichen auf die Durchschreibblätter durch.

β) Die Abdruckverfahren, Abb. 2 bis 10

Hierbei lassen sich wieder zwei Gruppen unterscheiden, je nachdem die Formplatte entweder einen einmaligen Farbvorrat bis zu seiner Erschöpfung abgibt oder die von der Formplatte abgegebene Farbe dauernd wieder ergänzt wird. Wir unterscheiden dann zwischen Abtrag- und Auftragverfahren.

A. Die Abtragverfahren. Sie haben den Nachteil, daß die Anzahl der Vervielfältigungen nur gering ist; denn wenn der vorhandene Farbvorrat der Formplatte erschöpft ist, kann keine Vervielfältigung mehr hergestellt werden, und schon vorher werden die Vervielfältigungen blasser. Dafür haben diese Vervielfältigungsverfahren den großen Vorzug, daß sie die Herstellung mehrfarbiger Vervielfältigungen in einer von keinem andern Verfahren erreichten Einfachheit ermöglichen. Bei diesen Vervielfältigern fehlen die Farbauftragwalzen.

B. Die Auftragverfahren. Bei diesen Druckverfahren wird die abgegebene Farbe immer wieder durch ein Farbwerk erneuert. Gewöhnlich wird die

[1]) Über die photographischen Vervielfältigungsverfahren werden wir demnächst berichten. Die Schriftleitung.

Abb. 1
Durchdruckverfahren.
Der Schriftdruck wirkt durch die Erstschrift hindurch.

a Gegendruckplatte (bei Schreibmaschinen die Schreibwalze)
b Durchschrift
c Durchschriftfarbträger (Kohlenpapier, Farbbänder)
d Erstschrift
e Farbband für Erstschrift
f Formplatte mit Druckform (Schreibmaschinentype, Schreibgerät)

Einteilung der Verfahren nach der

α) **Die Durchdruckverfahren** (Durchschriftungen, Abb. 1).

β) **Die Abdruckverfahren.**
Einteilung nach der Druckform.

A. Abtragvervielfältigungen.
Die Farbe der Druckform wird ohne Erneuerung abgetragen.

1. Kopiervervielfältigungen (Abb. 2 bis 4);
a) Naßkopierungen (Abb. 2),
b) Heißkopierungen (Abb. 3 und 4),
b_1) auf durchsichtiges Papier (Abb. 3),
b_2) auf undurchsichtiges Papier (Abb. 4).

2. Pellvervielfältigungen (Kolloidabtragungen). Mittelbarer Abdruck von einem Umdruck der Urschrift auf Kolloidflächen (Hektographen- u. Massenvervielfältigungen, Abb. 5)

Abb. 2 (links)
Naßkopierverfahren.

a Gegendruckplatte (Druckwalze)
b Leitblech für die Urschrift
c Wringplatte (Wringwalze)
d Druckform (Urschrift in Naßkopierfarben)
e Abdruck (durchscheinende Naßkopie)
f Formplatte (Hauptwalze)
g Feuchtung (Tauchwalze)

Abb. 3 (rechts)
Heißkopierverfahren mit durchsichtigem Papier.

a Gegendruckplatte (heiße Plättplatte)
b Heizstromzufuhr
c Abdruck (Heißkopie durchscheinend)
d Druckform (Vorlage leserichtig). Schmelz- oder Plättfarben)
e Formplatte

Abb. 4 (links)
Heißkopierverfahren mit undurchsichtigem Papier.

a Gegendruckplatte (heiße Plättplatte)
b Heizstromzufuhr
c Abdruck (Heißkopie auf undurchsichtigem Papier)
d Druckform (Vorlage spiegelbildlich in Schmelz- oder Plättfarben)
e Formplatte

Abb. 5 (rechts)
Pellvervielfältigung.

a Gegendruckplatte
b Abdruck mit dünnem Kolloidüberzug
c Druckform (Pellplatte mit spiegelbildlichem Umdruck der Urschrift
d Formplatte

Farbe durch Farbwalzen auf die Formplatten übertragen. Einfarbige Abdrücke lassen sich nach diesem Verfahren in nahezu unbegrenzter Zahl herstellen. Die Herstellung mehrfarbiger Abdrücke ist dagegen mit dem Auftragverfahren schwierig.

Nach der Beschaffenheit der Druckform eingeteilt, ergeben sich folgende Gruppen, Abb. 2 bis 10:

A. Die Abtrag-Vervielfältigungen

Die Abtrag-Vervielfältigungen oder Vervielfältigungen ohne Farberneuerung werden gegenwärtig hauptsächlich in zwei Ausführungsformen angewendet:

1. Die Kopier-Vervielfältigungen. Bei ihnen druckt sich die mittels einer kopierfähigen Farbe hergestellte Papiervorlage unmittelbar auf ein gegengepreßtes Papier ab. Durchgesetzt haben sich zwei Kopierverfahren, die Naßkopie und die Heißkopie.

a) Die Naßkopierverfahren. Bei den Naßkopierverfahren, Abb. 2, wird ein angefeuchtetes oder dauerfeuchtes in trockenem Zustande durchscheinendes Kopierpapier gegen die mit wasserlöslichen Kopierfarben leserichtig hergestellte Urschrift gepreßt und der spiegelbildliche Abdruck, die sogenannte Kopie, von der Rückseite des durchscheinenden Kopierpapiers her leserichtig betrachtet. Ein Naßkopieblatt kann daher nur eine Seite der Urschrift wiedergeben. Man erhält etwa 6 gute Kopien.

b) Die Heißkopierverfahren. Bei den Heißkopier- oder Plättkopierverfahren wird die mit Schmelzfarben (Plättfarben) hergestellte Papiervorlage auf das Vervielfältigungspapier unter Wärme angepreßt. Die Schmelzfarben erweichen unter der Hitze der das Vervielfältigungspapier anpressenden Gegendruckplatte und färben sich auf das Vervielfältigungspapier ab. Die Schmelzfarben enthalten gewöhnlich gefärbten Schellack. Bei Anwendung von durchscheinendem Papier, Abb. 3, kann die mit Schmelzfarben hergestellte Vorlage wie bei der Naßkopie leserichtig sein. Der spiegelbildliche Abdruck wird dann wieder von der Rückseite aus leserichtig gelesen, und die Kopie kann dann nur einseitig bedruckt werden. Gewöhnlich wird aber, wie in Abb. 4 dargestellt, die Vorlage spiegelbildlich hergestellt und läßt sich dann auch auf undurchsichtiges Papier leserichtig und zweiseitig abdrucken.

2. Die Kolloidabtrag- oder Pellverfahren. Bei ihnen, Abb. 5, wird die mit Hektographentinten oder Hektographen-Farbbändern leserichtig angefertigte Urschrift auf eine Kolloidplatte umgedruckt. Von dem spiegelbildlichen Umdruck wird auf die dagegengedrückten Vervielfältigungspapiere ein leserichtiger Abzug gebracht. Das Aufpressen der Vervielfältigungspapiere erfolgt bei den einfachsten Geräten mit der Handfläche oder einer Leimwalze. Die Kolloidabtragverfahren werden auch kurz und treffend Pellverfahren und die dazugehörigen Vervielfältiger Pellvervielfältiger (Peller) genannt, weil jeder Abzug eine dünne Haut von der Kolloiddruckform mit sich fortnimmt.

Für die Druckform werden organische und mineralische Kolloide angewendet, und zwar meist gewöhnlicher Leim, Gelatine oder Tonerde oder ihre Gemische

Zahl der gleichzeitigen Abdrücke:

B. Die Auftragvervielfältigungen.
Vervielfältigung mit Farbenerneuerung

1. Hochdruck-Vervielfältigungen. Abdruck von den erhöhten Stellen einer Formplatte (Abb. 6).

2. Tiefdruck-Vervielfältigungen. Abdruck von den vertieften Stellen einer Formplatte (Abb. 7 und 8).

a) Grubentiefdruck-Vervielfältigungen. Abdruck von eingegrabenen Vertiefungen (Abb. 7).

b) Schablonen-Vervielfältigungen. Abdruck von Schablonenfächern mit Farbzufuhr von der Gegenseite (Abb. 8).

3. Flachdruck-Vervielfältigungen. Abdruck von Formplatten ohne Höhenunterschiede, deren Schriftstellen fettanziehend und wasserabstoßend und deren schriftfreie Stellen wasseranziehend und fettabstoßend gemacht sind.

a) Unmittelbare Flachdruck-Vervielfältigungen. Die Vervielfältigung wird unmittelbar von der Flachdruckplatte abgedruckt (Abb. 9).

b) Mittelbare Flachdruck-Vervielfältigungen. Die Vervielfältigung wird mittelbar von einem Umdruck der Flachdruckplatte abgedruckt (Gummidruck, Offsetdruck, Abb. 10).

Abb. 8 Schablonen-Vervielfältigung.
a Gegendruckplatte
b Abdruck
c Druckform (Schablone)
d poröse Formplatte
e Farbauftrager

Abb. 9 Unmittelbare Flachdruck-Vervielfältigung.
a Gegendruckplatte
b Abdruck
c Druckform
d Formplatte
e Farbauftragwalze
f Feuchtwalze

Abb. 6 Hochdruck-Vervielfältigung.
a Gegendruckplatte
b Abdruck
c Formplatte mit Druckform (Typen und Druckstöcken)
d Farbauftragwalze

Abb. 10 (rechts) Mittelbare Flachdruck-Vervielfältigung (Gummi- oder Offsetdruck).
a Gegendruckplatte
b Abdruck
c Umdruckplatte (Gummi- oder Offsetwalze)
d Flachdruckform
e Formplatte
f Feuchtwalze
g Farbauftragwalze

Abb. 7 Grubentiefdruck-Vervielfältigung
a Gegendruckplatte
b Abdruck
c Formplatte mit Druckform (Schriftzeichen vertieft eingegraben)
d Rakel (schabt oder wischt Farbe von den unvertieften Stellen fort)
e Farbauftragwalze

mit Zutaten. Man erhält etwa 80 gute Abzüge. Die Leim- und Gelatine-Abtragvervielfältiger werden häufiger als Hektographen, die Tonerde-Abtragvervielfältiger unter dem Namen Tonmasse- oder Masse-Vervielfältiger angeboten. Beide Benennungen sind nicht besonders gut gewählt.

B. Die Auftrag-Vervielfältigungen

Ihr Hauptkennkeichen ist die Farbauftragvorrichtung, die die von der Druckform auf die Vervielfältigung übergegangene Farbe immer wieder ergänzt. Die Farbauftragung kann mit der Hand oder selbsttätig mit einem Farbwerk erfolgen. Die Farbauftrag-Vervielfältigungen lassen sich in drei große Gruppen unterteilen:

1. Die Hochdruck-Vervielfältigungen. Hier, Abb. 6, wird ein Abdruck von den erhöhten Teilen einer Druckform hergestellt. Als Druckformen werden gegossene Lettern, hochgeprägte Flächen, Holzschnitte, erhabene Zink- und Kupferdruckstöcke und photomechanisch hergestellte an den Druckflächen hochgequollene Gelatineflächen usw. angewendet. Die Druckformen sind spiegelbildlich und geben daher einen unmittelbaren, leserichtigen Abdruck.

2. Die Tiefdruck-Vervielfältigungen. Unter Tiefdruck-Vervielfältigungen verstehen wir Vervielfältigungen, bei denen die Vervielfältigungspapiere von der Gegendruckplatte gegen die farbgefüllten spiegelbildlichen Vertiefungen der Druckform gepreßt werden und hierbei leserichtige Abdrücke erhalten.

Es gibt zwei verschiedene Ausführungen von Tiefdruckverfahren: den Grubentiefdruck und den Schablonentiefdruck.

a) Die Grubentiefdruck-Vervielfältigungen. Die Vertiefungen sind bei diesem Verfahren, Abb. 7, in die Druckform eingegraben oder eingeätzt, gehen aber nicht bis zur Gegenseite hindurch. Beim Grubentiefdruck-Verfahren wird die Farbe auf der gleichen Seite aufgetragen, auf der der Abdruck genommen wird. Die Farbe wird von den nicht vertieften Stellen durch Wischen entfernt oder mit einer Rakel abgeschabt, da nur die spiegelbildlichen, vertieften Stellen sich abdrucken sollen. Hierher gehören auch die Kupferstiche, Radierungen usw. Dieses im Zeitungsdruck neuerdings neben dem Offsetverfahren sehr verbreitete Verfahren hat sich bei Bureaumaschinen bisher noch nicht durchgesetzt.

b) Die Schablonendruck-Vervielfältigungen. Bei diesem Verfahren, Abb. 8, werden Farbauftragung und Abdruck auf verschiedenen Seiten einer Schablone bewirkt. Die Farbe muß durch die Schablone hindurchwandern. Die Schablonen werden in zwei verschiedenen Ausführungen hergestellt. Wir unterscheiden die Stanzschablone und die Faserschablone.

Bei der Stanzschablone wird die Formplatte durchgestanzt. Geschlossene Schriftzüge (z. B. O, B) müssen schmale Haltestege haben, damit der umschlossene Teil der Schriftzeichen nicht herausfällt. Bei der Faserschablone wird eine ursprünglich farbdurchlässige, durch einen äußerlichen Überzug (Wachs und dergl.) farbundurchlässig gemachte Formplatte an den Schriftstellen durch den Typenschlag einer Schreibmaschine oder durch Schreibgeräte vom Überzug befreit. Die Farbe kann an diesen Stellen der Formplatte (Wachsschablone) von der leserichtig beschriebenen Seite aus auf die Gegenseite hindurchdringen. Die freischwebenden Buchstabenteile werden von den Fasern der Formplatte gehalten. Die Schriftzeichen erscheinen auf der Gegenseite der Schablone spiegelbildlich und drucken sich daher hier von ihr leserichtig auf das mit der Gegendruckplatte dagegengepreßte Vervielfältigungspapier ab. Auch die photomechanische Herstellung von Faserschablonenbildern soll inzwischen geglückt sein.

3. Die Flachdruck-Vervielfältigungen. Unter Flachdruck-Vervielfältigungen verstehen wir Abdrucke von einer flachen Druckform. Diese Druckform hat also keine Höhenunterschiede. Der Flachdruck beruht auf dem gegensätzlichen Verhalten von fett- und wasserfesthaltenden Flächen, wobei die fettannehmenden Wasser abstoßen und die wässerigen Fett abstoßen. Gewöhnlich wird zuerst die reine oder veredelte Oberfläche der Druckplatte mit Fettfarben oder Fettinten beschrieben und dann mit einer gesäuerten Lösung überwischt. Die Schriftstellen nehmen beim Drucken Druckfarbe von den Farbauftragwalzen an und geben sie mittel- oder unmittelbar an das Vervielfältigungspapier weiter. Die gesäuerten, schriftfreien Flächen werden beim Drucken dauernd befeuchtet, stoßen an den feuchten Stellen Druckfarbe ab und geben daher keinen Abdruck.

Als Druckformplatten wurden vom Erfinder des Flachdruckes, Senefelder, zuerst Solnhofer Steinplatten (daher auch der Name Lithographie für dieses Verfahren) und Zink angewendet. Zink bietet den Vorzug, daß es sich bequem in Platten herstellen läßt, nicht brüchig ist und auf Zylinder aufgespannt werden kann. Neuerdings bürgert sich auch das Aluminium mehr und mehr ein, das zu Senefelders Zeiten noch nicht entdeckt war. Auch mit Kalium- oder Ammoniumbichromat lichtempfindlich gemachte Gelatineplatten werden als Flachdruckplatten angewendet. Die mit ihnen hergestellten Lichtdrucke (Albert-Typie nach Albert, München) kommen den Photographien nahe. Wir haben hier im Gegensatz zu den allseitig gleichelastischen, metallischen Druckflächen Flächen verschiedener Elastizität, je nachdem sie mehr oder weniger unter dem nur bei diesem Verfahren ungerastert anwendbaren Halbtonnegativ vom Licht beeinflußt und gehärtet wurden. Neuerdings bringt die Firma Agfa Lichtdruck-Filmblätter, die sich auch bei Vervielfältigern anwenden lassen. Versuche mit Lichtdruck-Filmblättern, die ich mit Prof. Mente von der Technischen Hochschule Charlottenburg auf dem „Rotaprint" vor 2 Jahren ausführte, zeigten, daß die Lichtdruck-Filmblätter auch beim Offsetdruck angewendet werden können. Es ist üblich den Lichtdruck unter den Flachdruck einzureihen. Streng genommen müßte er besonders aufgeführt werden, da seine Druckfläche nicht genau eben sondern gerunzelt ist. Das Runzelkorn ist unter der Lupe auf den Abdrücken deutlich erkennbar.

Die Flachdruck-Vervielfältigungen werden mittelbar oder unmittelbar hergestellt.

a) Unmittelbare Flachdruck-Vervielfältigungen. Bei ihnen, Abb. 9, wird auf die Flachdruckplatte ein Spiegelbild aufgebracht und auf das unmittelbar an sie mit einer Gegendruckplatte angepreßte Vervielfältigungspapier ein leserichtiger Abdruck übertragen. Das Spiegelbild kann auf die Formplatte unmittelbar aufgezeichnet werden oder man bringt es zuerst seitenrichtig mit besonderen gerbenden Tinten auf gelatiniertes Papier und überträgt davon ein Fettbild auf die Flachdruckplatte. Auch ein unter einem Negativ belichtetes Chrom-Gelatine-Papier nimmt an den belichteten Stellen Fettfarben an und läßt sich auf die Flachdruckplatte umdrucken oder selbst als Flachdruckformplatte anwenden. Der besonders von Landmessern früher häufig angewendete sogenannte Gelatinedruck ist in der damals üblichen Form neben den andern Verfahren heute nicht mehr zu empfehlen. Von einer Pauspapierzeichnung wurde hierbei eine Eisenlichtpause hergestellt und diese ungewässert auf Gelatineflächen aufgedrückt. Die unbelichteten, ursprünglich unter den schwarzen Stellen der Zeichnung gelegenen Lichtpausstellen gaben ihre Eisensalze an die Gelatine ab, härteten sie an diesen Stellen und machten sie fettempfindlich, während die übrigen Flächen wasserempfindlich blieben.

b) Mittelbare Flachdruck-Vervielfältigungen. Hier, Abb. 10, wird auf die Flachdruckform eine leserichtige Abbildung gebracht, die sich in der Maschine auf eine Zwischen- oder Umdruckwalze (Offset- oder Gummiwalze) spiegelbildlich abdruckt. Das Spiegelbild der Zwischenwalze druckt sich dann auf das von der Gegendruckwalze angepreßte Vervielfältigungspapier leserichtig ab. Ein leserichtiges Urbild ist vor allem von Laien viel leichter herzustellen als ein seitenverkehrtes. Daher hat der mittelbare Flachdruck viele Freunde gewonnen.

Über die verschiedenen Bauarten der Vervielfältigungsmaschinen werde ich demnächst in einem zweiten Aufsatz berichten. [B 996]

Versuche mit Caprotti-Steuerung in England

Die London, Midland und Schottland-Bahn hat 1926 eine ihrer 2 C-Vierzylinder-Lokomotiven der Claughton-Klasse Nr. 5908 mit Caprotti-Steuerung ausgerüstet und mit einer gleichen Lokomotive Nr. 5917 mit Heusinger-Schiebersteuerung in Vergleich gestellt. Erstere hat vom 1. August 1926 bis 18. September 1927 78 001 km, letztere 69 003 km zurückgelegt.

Es betrug in dieser Zeit der gesamte Ölverbrauch bei:

	für Zylinder	für Triebwerk
Nr. 5908 (Caprotti)	510 kg	940 kg
„ 5917 (Heusinger) . . .	920 „	1055 „,

der Verbrauch auf 1 km

	für Zylinder	für Triebwerk
Nr. 5908 (Caprotti)	6,6 g	12,1 g
„ 5917 (Heusinger) . . .	13,4 „	15,8 „,
die Ersparnis	50,8 vH	22 vH.

Der Kohlenverbrauch im Betrieb für die Zeit vom 1. Januar bis 18. September 1927, beide Lokomotiven waren im gleichen Dienst, betrug einschließlich des Anheizens bei:

Nr. 5908 (Caprotti)	21,0 kg/km
„ 5917 (Heusinger)	26,4 „
Ersparnis	20,5 vH.

Im Januar und Februar wurden besondere Versuchsfahrten mit Zügen von rd. 320 t auf der Strecke Crewe—Carlisle ausgeführt. Der Verbrauch betrug bei:

	Kohlen	Wasser	Verdampfzahl
Nr. 5908 (Caprotti) .	1,72 kg/PSh	14,0 kg/PSh	8,1
„ 5917 (Heusinger)	2,20 „	15,3 „	7,0
Ersparnis	21,7 vH	8,5 vH.	

Aus der günstigeren Verdampfzahl läßt sich schließen, daß auf der Lokomotive mit Caprotti-Steuerung bei diesen Versuchen eine etwas bessere Kohle verwendet wurde. Immerhin ist die Kohlenersparnis auch unter diesen Umständen recht bemerkenswert. („Railway Eng." März 1928 S. 91) [N 1471] M.

Schneckengetriebe für Kraftfahrzeuge

Von Dipl.-Ing. P. Friedmann, Charlottenburg

Die verschiedenen Arten der Schneckenverzahnung — Vergleichversuche zwischen zylindrischen und Globoidschnecken — Baustoff der Schneckenräder — Herstellung von Globoidschnecken in den Hansa-Lloyd-Werken.

Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, schnelllaufende, hoch belastete Schneckengetriebe herzustellen. Die ersten Arbeiten auf diesem Gebiete hat in England die Firma David Brown & Sons, Lockwood-Huddersfield, während des Krieges geleistet. Sie hat zwar schon 1908 Schneckengetriebe für Kraftwagen gebaut, aber damals nur Wirkungsgrade von 60 vH erreicht. Durch völlige Abkehr von den bisherigen Anschauungen über den Entwurf von Schnecken gelang es schließlich, Wirkungsgrade von 95 bis 97 vH zu erzielen, und damit die Schnecke als den Zahnrädern gleichwertiges Antriebmittel im Bau von Kraftwagen einzuführen. Heute erreichen hoch belastete Schneckengetriebe eine Lebensdauer von 600 000 bis 800 000 km, und in England und in Amerika, wo die Timken-Gesellschaft nach der Lizenz von Brown arbeitet, werden 90 vH aller schweren Lastkraftwagen und Omnibusse mit Schneckenantrieb ausgerüstet.

Die gewöhnliche Schnecke, Abb. 1, hat gradflankige, trapezförmige Zähne; das zugehörige Schneckenrad hat Evolventenzähne, die von einer unter 15° gegen die Mittellinie geneigten Geraden erzeugt und unter dem Steigungswinkel der Schnecke geschnitten sind. Der senkrechte Mittelschnitt durch Schnecke und Schneckenrad entspricht also einem Zahnstangengetriebe.

Diese Verzahnung versagt, wenn man sie für schnelllaufende, hochbelastete Antriebe verwenden will, die bei Vorwärts- und Rückwärtsgang gleichen hohen Wirkungsgrad haben sollen. Im Gegensatz zu Stirnrädern gleiten nämlich die Zähne hier aufeinander, während sie bei Stirnrädern vornehmlich abrollen. Der Entwurf einer Schnecke stellt daher die gleichen Aufgaben wie der eines Gleitlagers. Hier darf man nicht Stahl auf Stahl abrollen lassen, sondern muß möglichst weiches Lagermetall verwenden und die Flächendrücke berücksichtigen, die die Schmierung und die Abnutzung entscheidend beeinflussen. Theoretisch findet die Berührung zwischen den Zähnen der Schnecke und des Schneckenrades auf einer Linie statt. Die Nachgiebigkeit des Baustoffes macht aus dieser Linie jedoch ein Band, das um so breiter ist, je besser sich die einander berührenden Flächen aneinanderschmiegen können. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Evolventenverzahnung für Schneckengetriebe besonders ungeeignet.

Die zweite Schwierigkeit bildet der kleine Druckwinkel der üblichen Schneckenverzahnung. Er hat zur Folge, daß bei den großen Steigungen, die für die Übersetzung im Kraftfahrzeug erforderlich sind, die Neigung der Zahnflanken in Schnitten, die man senkrecht zur Schneckenachse legt, sehr schnell abnimmt. Die Druckwinkel werden dann null, und weiter zum Rande sogar negativ. Das ergibt ungünstige Eingriffsverhältnisse, die das sogenannte „Kleben" der Schnecke herbeiführen und den Wirkungsgrad, insbesondere bei Umkehr der Bewegung, erheblich herabsetzen.

Die neue Entwicklung der Schneckengetriebe beruht auf der Erkenntnis, daß der Druckwinkel von der Steigung abhängig sein muß. Für Kraftfahrzeuge haben sich Druckwinkel von 27½ bis 30° als ausreichend erwiesen.

Das heutige Schneckengetriebe für Kraftwagen beruht auf dem deutschen Patent 328 656 von Percy Brown und John Bostock, Abb. 2 bis 4. Das Gewinde der Schnecke wird nicht durch ein Trapez erzeugt, das in Schraubenlinie um den Kern der Schnecke herumläuft, sondern von einer Tangente a des Kernzylinders b hervorgerufen, die gegen die Achse der Schnecke geneigt ist und sich längs einer Schraubenlinie bewegt. Die so entstehenden Zahnflächen sind dann im Mittelschnitt nicht geradlinig, sondern krummlinig begrenzt. Die Zähne des Schneckenrades haben dagegen in einem Schnitt, parallel zur Radebene, ungefähr in der Mitte der Radbreite, gerade Flanken vom gewünschten Winkel. Die Wölbung der Schneckenzähne läßt sich beliebig ändern, wenn man die Erzeugende nicht den Kernzylinder, sondern einen Zylinder mit kleinerem oder größerem Durchmesser berühren läßt.

RZ885Z2-4

Abb. 2 bis 4
Brownsche Schnecke nach DRP 328 656.
a Tangente an den Kernzylinder *b*

Bei dieser Art der Verzahnung findet zwischen den Zähnen der Schnecke und des Schneckenrades eine viel innigere Berührung statt, weil die erhaben gekrümmte Begrenzungsfläche des Schneckenradzahnes in eine hohl gekrümmte des Schneckenradzahnes eingreift. Bei gleichen Belastungen entstehen daher geringere Flächendrücke. Die Ölschicht zwischen den Zähnen wird daher weniger leicht herausgequetscht. Dieser Vorteil wird durch die anders gearteten Eingriffsverhältnisse zwischen Schnecke und Schneckenrad verstärkt. Bei der gradflankigen Schnecke, Abb. 5 und 6, berührt nur der Mittelzahn B das Schneckenrad in der Eingriffslinie $b - b$, während der Zahn A noch nicht und der Zahn C nicht

RZ885Z1

Abb. 1
Gewöhnliche zylindrische Schnecke.

RZ885Z5u.6

Abb. 5 und 6
Eingriffsverhältnisse der gewöhnlichen Schnecke.

Abb. 7 und **8**
Eingriffsverhältnisse der Brown-Schnecke.

Abb. 9
Globoidschnecke.

mehr im Eingriff stehen. Ist die Schnecke zweigängig, so wandert nach einer Drehung um 45° die Eingriffslinie $b-b$ nach $b'-b'$, während der Zahn A in der Linie $a'-a'$ berührt. Nach weiterer Drehung um 45° hat der Zahn A die Mittelstellung erreicht, während der Zahn B in der Linie $a-a$ berührt.

Bei der Brown-Schnecke, Abb. 7 und 8, stehen dagegen die Zähne A, B und C gleichzeitig längs den Linien $a-a$, $b-b$ und $c-c$ im Eingriff. Ist die Schnecke zweigängig, so verschieben sich die Eingriffslinien nach einer Drehung um 45° nach $a'-a'$ und $b'-b'$, während nach weiterer Drehung um 45° der Zahn A in die Stellung von Zahn B, Zahn B in die Stellung von Zahn C rückt und ein neuer Zahn nach Linie $a-a$ eingreift. Bei der gewöhnlichen Schneckenverzahnung verschieben sich also die Eingriffslinien ziemlich parallel zur Gleitrichtung, und das Öl wird allmählich zwischen den Flächen herausgedrückt, ohne daß neues Öl zutreten kann. Bei der Brown-Verzahnung bewegen sich dagegen die Eingriffslinien unter dauernd gleichbleibendem Winkel zur Gleitrichtung. Daher bildet sich ein Ölkeil zwischen den Flächen, der ihre dauernde Schmierung sichert.

Die Brown-Verzahnung ergibt also nicht nur besseres Aneinanderschmiegen der gleitenden Flächen, sondern durch die Art ihres Eingriffs auch sicherere Schmierung unter gleichen Verhältnissen. Diese Eigenschaften sind genügende Erklärungen für den guten Wirkungsgrad solcher Getriebe. Zum Erfolg dieser Verzahnung kann aber auch der vergrößerte Druckwinkel beigetragen haben, der die Möglichkeit bietet, Schleifscheiben zwischen die Zähne einzuführen und gehärtete und geschliffene Schnecken zu verwenden.

In Deutschland befassen sich die Hansa-Lloyd-Werke, Bremen, mit der Entwicklung brauchbarer Schneckenantriebe für schwere Lastfahrzeuge. Sie sind Anhänger der Globoidschnecke, Abb. 9, die sich dem Umfange des

Abb. 10
Globoidverzahnung nach F. J. Bostock, DRP 424 478.

Schneckenrades anschmiegt und theoretisch den Vorteil bietet, daß alle Zähne der Schnecke gleichzeitig im vollen Eingriff mit dem Schneckenrad stehen. In Wirklichkeit ist dies nur im Mittelschnitt der Fall, während in den Seitenschnitten infolge der verschiedenen Neigungen der Zähne die Zahnberührung frühzeitig unterbrochen wird.

Auch bei der Globoidschnecke ist man von der geradflankigen Verzahnung mit dem Druckwinkel von 15° ausgegangen und hat erst im Laufe der Jahre erkannt, daß nur mit großem Druckwinkel und gewölbten Zähnen gute Wirkungsgrade zu erreichen sind. Die heutige Verzahnung der Hansa-Lloyd-Werke gleicht daher der von Brown, wenn man von der Globoidform der Schnecke absieht. Eigenartig ist, daß sich diese Entwicklung mit den weiteren Arbeiten des Erfinders der Brown-Verzahnung, F. J. Bostock, deckt. Sein deutsches Patent 424 478, das, ähnlich wie das DRP 328 656, die Erzeugung der Zahnflanken durch schräge Tangenten an dem Kernzylinder der Schnecke schützt, ergibt im Mittelschnitt $C-C_1$, Abb. 10, die gleiche Verzahnung wie bei der Schnecke von Brown, nur daß die Erzeugenden außer der Drehung um die Schneckenachse noch eine Drehung um die Mitte des Schneckenrades ausführen[1]).

[1]) Die Ausführung dieses Patentes hat die Zahnräderfabrik Augsburg vorm. Joh. Renk übernommen. Die Hansa-Lloyd-Werke sind Mitbenützer des Patentes.

Abb. 11, 12 und **14.** Seitliche Schnitte.

Abb. 13. Mittelschnitt.

Abb. 11 bis **14**
Schnitte durch ein zylindrisches Schneckengetriebe.

Abb. 15, 16 und **18.** Seitliche Schnitte.

Abb. 17. Mittelschnitt.

Abb. 15 bis **18**
Schnitte durch ein Globoid-Schneckengetriebe.

Abb. 19
Ergebnisse von Vergleichversuchen mit Brown- und Hansa-Lloyd-Schneckengetrieben.
a Brown-Verzahnung *b* Hansa-Lloyd-Verzahnung

Die Unterschiede in den Eingriffsverhältnissen der zylindrischen und der Globoidschnecke kann man an der Hand von Abb. 11 bis 18 verfolgen: Schnitte durch solche Getriebe seitlich von der Mittelebene und Mittelschnitte. In den am weitesten von der Mitte entfernten Schnitten, Abb. 11 und 15, ist zweifellos der Eingriff der zylindrischen Schnecke besser. Dieser Vorteil schwindet jedoch, wenn sich der Schnitt der Mittelebene nähert. In dem Schnitt der Globoidverzahnung in Abb. 17 tragen alle drei Zähne gleichzeitig, während bei der zylindrischen Verzahnung, Abb. 13, nur zwei im Eingriff sind.

Die Schwierigkeiten der Bearbeitung hat man in neuerer Zeit ebenso wie bei zylindrischen Schnecken auch bei Globoidschnecken überwunden. Die Hansa-Lloyd-Werke haben vor einiger Zeit Versuche an zwei Getrieben mit der Brown-Verzahnung und ihrer Globoidverzahnung ausgeführt, deren Ergebnisse in Abb. 19 dargestellt sind. Die Getriebe waren für Hinterachsen von Hansa-Lloyd-Schnellastwagen von 2,5 t Tragfähigkeit, Abb. 20, bestimmt. Eine solche Hinterachse hat ein ungeteiltes Stahlgehäuse, in das ein Deckel mit dem zusammengebauten Schneckengetriebe, Abb. 21, eingesetzt wird. Da Schnecke und Schneckenrad in einem gemeinsamen Gußstück gelagert sind, so kann man sie bequem zusammenpassen. Das Übersetzungsverhältnis des Schneckengetriebes beträgt 5 : 38, die Höchstleistung des Motors rd. 40 PS.

Der Prüfstand ist in Abb. 22 dargestellt; ein Elektromotor treibt über ein Wechselgetriebe die Hinterachse an. Die Wagenräder sind durch Riemenscheiben ersetzt, die zwei Stromerzeuger bewegen. Die Leistung wird in Wasserwiderständen ermittelt.

Die Versuche bei gleichbleibender Drehzahl des Elektromotors von 1500 Uml./min dauerten je 45 min, wobei die Belastung von rd. 8 auf 45 PS langsam gesteigert wurde. Von den Leistungen des Motors wurden bei der Berechnung der Wirkungsgrade für die Verluste des Wechselgetriebes beim unmittelbaren Eingriff 0,3 kW und für die Verluste der Riemenscheibe je 0,4 kW abgezogen. Diese nur geschätzten Werte dürften den Vergleichswert der Ergebnisse nicht beeinflussen, da bei allen Versuchen die Drehzahlen gleich waren. Als Schmiermittel wurde nur Heißdampf-Zylinderöl mit 5 vH Rizinusöl verwendet. Am Ende der Versuche hatte beim Brown-Getriebe das Schneckenrad gefressen.

Allen Linien in Abb. 19 gemeinsam ist eine ausgeprägte Dreiteilung. Wirkungsgrad und Temperatur steigen zunächst schnell an, erreichen dann, besonders beim Brown-Getriebe, einen gewissen Beharrungszustand, während zum Schluß bei weiterem Anstieg der Temperatur der Wirkungsgrad abfällt. Solange nämlich das Öl im Getriebegehäuse kalt ist, verschlechtert sein Widerstand den Wirkungsgrad. Dieser wird höher, wenn mit der Belastung, oder bei längerem Lauf die Öltemperatur steigt. Der günstigste Wirkungsgrad wird in beiden Fällen bei rd. 65° Öltemperatur erreicht. Diese Temperatur stellt sich beim Hansa-Lloyd-Getriebe erst bei 27 PS, dagegen beim Brown-Getriebe schon bei 19 PS ein. Da außerdem der Wirkungsgrad des Hansa Lloyd-Getrie-

Abb. 21
Deckel mit zusammengebautem Schneckengetriebe.

Abb. 20
Hinterachse und Schneckenantrieb des Hansa-Lloyd-Schnellastwagens von 2,5 t Tragfähigkeit.

Abb. 22
Prüfstand der Hansa-Lloyd-Werke für Schneckengetriebe.

Abb. 23
Vorschneiden der Schnecke.

Abb. 24
Fertigschneiden der Schnecke.

Abb. 25 und 26. Schleifen einer Globoidschnecke.

bes bei geringer Belastung erheblich besser als beim Brown-Getriebe war, so kann man schließen, daß die spezifischen Flächendrücke in diesem Bereich beim Hansa-Lloyd-Getriebe geringer waren.

Noch deutlicher zeigt sich dieser Unterschied im weiteren Verlauf der Temperaturlinie; beim Brown-Getriebe liegt der zweite Temperaturanstieg schon bei 29 PS, beim Hansa-Lloyd-Getriebe erst bei 35,5 PS. Dieser Temperaturanstieg bei gleichzeitigem Sinken des Wirkungsgrades läßt vermuten, daß hier das Öl bereits zwischen den Zahnflächen herausgedrückt wird, also Metallberührung stattfindet. Auch in dieser Hinsicht war somit das Verhalten des Hansa-Lloyd-Getriebes günstiger. In bezug auf die höchsten Wirkungsgrade waren die Getriebe ungefähr gleichwertig. Die Werte von 96 und 95,5 vH beweisen, daß solche Getriebe im Wirkungsgrad andern Antrieben ebenbürtig sind; die Grenze der Belastbarkeit dürfte aber beim Brown-Getriebe tiefer als beim Hansa-Lloyd-Getriebe liegen.

Aus den Versuchsergebnissen läßt sich allerdings nicht ableiten, wie weit die Baustoffe das Verfahren der Schneckengetriebe beeinflußt haben. Für die Schnecke kommt nur zäher Einsatzstahl mit glasharter Oberfläche in Frage, wobei die Zähne zum Ausgleich des Verziehens beim Härten geschliffen werden müssen. Das Schneckenrad muß aus einer Bronzelegierung gegossen werden, die gute Laufeigenschaften mit ausreichender Festigkeit verbinden muß. Brown und amerikanische Fabriken verwenden gewöhnlich Zinn-Phosphor-Bronze mit 11,75 bis 12 vH Zinn, höchstens 0,25 vH Blei, höchstens 0,2 vH Zink, und 0,07/0,14 vH Phosphor. Den Rest bildet Kupfer. Diese Phosphor-Bronze hat gute Lagereigenschaften, jedoch in Sand gegossen nur eine Brinellhärte von 86 und wird daher bei hoher Belastung leicht zerquetscht. Um gute Lagereigenschaften mit hoher Oberflächenhärte zu verbinden, hat man folgende Verfahren versucht:

Art der Herstellung	Sandform	Kokillenguß Innenseite	Kokillenguß Außenseite	Preßguß	Schleuderguß
Fließpunkt . kg/mm²	13,8	13,5	20,3	20,95	24,7
Zerreißfestigkeit „	24,5	22,2	26,4	30,75	37,6
Dehnung . . . . vH	11,0	7,0	2,5	3,0	10,1
Brinellhärte	86,0	84,0	110,0	118,0	124,0

Kokillenguß ergibt somit zwar eine sehr harte Außenseite, aber die Innenseite am Sandkern bleibt weich. Für Preßguß ist Phosphor-Bronze überhaupt nicht verwendbar, weil sich starke Lunker bilden, das Gefüge grob und der Guß spröde wird. Beim Schleudergießverfahren läuft die Form mit 450 bis 950 Uml./min um eine feste Achse, bis das Metall völlig erhärtet. Die Außenhaut erlangt dabei die Brinellhärte 124, während die Dehnung über 10 vH bleibt. Auch die Zerreißfestigkeit ist hoch. Das Gefüge ist sehr feinkörnig. Diese Bronze wird jetzt für Schneckenräder von Brown verwendet.

Die Hansa-Lloyd-Werke benutzten zunächst eine Kupfer-Zink-Legierung mit 40 vH Zink (Admos-Metall), die sich

Abb. 27 bis 29
Fräswerkzeuge für die Schneckenräder.

Abb. 30
Prüfung der Genauigkeit des Teilkreises beim Schneckenrad.

trotz der hohen Brinellhärte von 150 nicht bewährte, da die Laufeigenschaften schlecht waren. Sie gingen dann zu gepreßter Aluminium-Bronze von Laucherthal über, die folgende Zusammensetzung hat: Aluminium 9,7 vH, Zinn 0,057 vH, Blei 0,015 vH, Zink 0,18 vH, Eisen 1,1 vH, Mangan 1,16 vH, Nickel 0,732 vH, Phosphor 0,022 vH, Rest Kupfer. Die Brinellhärte dieser Legierung beträgt 130, die Festigkeit ist bedeutend größer als die von Phosphor-Bronze. Bei einem Dauerversuch von 1 h mit 30 PS Leistung (was der mittleren Fahrt auf der Straße mit voller Beladung entspricht) blieb das Schneckenrad unverändert. Die gleiche gepreßte Bronze wird jetzt auch von den Admoswerken hergestellt.

Die Globoidschnecke wird auf einer Senkrecht-Fräsmaschine, Abb. 23, mittels eines Messerkopfes vorgeschnitten, dessen Vorschub nach der Steigung der Schnecke bemessen wird. Die vorgeschnittene Schnecke wird auf einer genau gleichen Maschine fertig geschnitten, Abb. 24, wobei jetzt durch den radialen Vorschub der Messer der Druckwinkel der Zahnflanken bestimmt wird. Der Werkzeugträger dreht sich dabei um die Achse des zur Schnecke gehörigen Schneckenrades. Nach dem Härten wird die Schnecke auf einer von den Hansa-Lloyd-Werken entworfenen Schleifmaschine, Abb. 25 und 26, geschliffen. Bei dieser Maschine steht die ebene Schleifscheibe im Winkel zur Schnecke und schwingt um die Mitte des zugehörigen Schneckenrades derart, daß die Berührungslinie zwischen Schleifscheibe und Schnecke der Erzeugenden entspricht. Dadurch erzeugt die Schleifmaschine je nach Neigung und Höheneinstellung verschieden stark gewölbte Zahnflanken. Die Rückenflanken werden geschliffen, indem man die Schnecke umspannt. Ein fester Anschlag bewirkt, daß die Zahnstärke genau eingehalten wird.

Die Werkzeuge zum Schneiden der Schneckenräder, Abb. 27 bis 29, werden wie die Schnecken hergestellt. Im Gegensatz zur zylindrischen Schneckenverzahnung kann man hier keinen tangentialen, sondern nur radialen Werkzeugvorschub verwenden, bei dem viel leichter feine Kanten stehen bleiben können. Nach der Fertigbearbeitung wird das Schneckenrad auf eine Sondervorrichtung, Abb. 30, auf Genauigkeit des Teilkreises geprüft. [B 885]

Betriebskostenvergleich zwischen einem Dampf- und einem dieselelektrischen Saugbagger

Nachdem nunmehr der dieselelektrische Saugbagger „Clackamas“[1]) seit zwei Jahren Tag und Nacht in Betrieb ist, gibt der folgende Betriebskostenvergleich einen Einblick in die Wirtschaftlichkeit. Dem Vergleich ist ein Dampfbagger mit Ölfeuerung und Pumpenantrieb durch eine Getriebeturbine von 2000 PS_e Leistung zugrunde gelegt. Die Saugpumpe des „Clackamas“ wird durch einen Elektromotor von 2700 PS_e angetrieben und drückt schweren Sand noch durch eine 3000 m lange Rohrleitung von 610 mm Dmr. bei 7,5 bis 10,5 m Förderhöhe.

Der Dampfbagger kostet im Jahr an Betriebskosten 374 ℳ/PS, an Unterhalt 101,3 ℳ/PS. Dagegen erfordert der dieselelektrische Bagger jährlich nur 214 ℳ/PS Betriebskosten und 103,5 ℳ/PS Unterhaltungskosten. Seine mittlere Tagesförderung beträgt rd. 15 400 m^3, d. h. sie ist doppelt so groß wie die Leistung des Dampfbaggers, so daß die Gesamtkosten rd. 11 Pf. für 1 m^3 Baggergut beim „Clackamas“ und rd. 24 Pf. für 1 m^3 Baggergut beim Dampfbagger betragen. („Power“ 27. März 1928 S. 554). [N 1509 g] Ls.

[1]) Z. Bd. 71 (1926) S. 1450.

Selbsttätige Zugsicherung bei amerikanischen Eisenbahnen

Selbsttätige Zugsicherung ist von der Aufsichtsbehörde in den Vereinigten Staaten für 24 373 km Strecke und 7124 Lokomotiven bereits seit über Jahresfrist vorgeschrieben und inzwischen zur Ausführung gekommen. Die Umänderungskosten für die ersten 9827 km betrugen:

Überwachungsgeräte am Gleis und an den Lokomotiven	35 500 000 $
Änderungen an der vorhandenen Signalanlage	4 600 000 „
Neue Signale	7 000 000 „
Kabel	3 800 000 „
Andre Kosten	3 300 000 „
	54 200 000 $

[N 1470] M.

Probleme des Zündermotors für flüssige Brennstoffe

Von L. Richter, Wien[1])

Kreisprozesse — Verbrennung — Zündung — Dissoziation, Zwischenverbindungen, Vorverbrennung, Frühzündung, Selbstzündungstemperaturen, Grenzschicht — Verbrennung eines Brennstoffnebels — Wärmeabgabe an die Wände des Verbrennungsraumes — Liefergrad — Anlassen und Belastungswechsel — Vergaser und Saugleitung — Auspuff.

Während planmäßiges Zusammenarbeiten von Theorie, Versuch und Konstruktion in Deutschland und Österreich zu einer ziemlich gründlichen Kenntnis und Beherrschung des Arbeitsvorganges im Brennermotor[2]) geführt hat, entwickelte man die Zündermotoren für flüssige Brennstoffe vorwiegend empirisch und konstruktiv und manche wichtige Fragen blieben ungeklärt[3]). Die große wirtschaftliche Bedeutung der Vergasermotoren — in Deutschland dürften allein in Kraftfahrzeugen Motoren mit weit mehr als 7 Mill. PS Gesamtleistung eingebaut sein, gegen rd. 8 Mill. PS der Elektrizitätswerke — und die Notwendigkeit, mit der hochentwickelten Industrie des Auslandes in Wettbewerb zu treten, verlangen aber auch auf diesem Gebiete planmäßige Forschungen.

Kreisprozesse[4])

Bei gegebenem Anfangsdruck der Verdichtung und gegebenem Höchstdruck ist der Kreisprozeß nach Abb. 1 zwischen zwei Adiabaten und zwei Linien gleichen Rauminhaltes gegenüber andern idealen Kreisprozessen mit vollkommenen zweiatomigen Gasen ($k = \frac{c_p}{c_v} = 1{,}4$), Abb. 2 bis 4, verhältnismäßig günstig; denn der größte Zylinderinhalt (Hubraum + Verdichtungsraum) ist dann ebenso groß wie der Zylinderinhalt zu Beginn der Verdichtung, dagegen bei dem Carnot-Prozeß, Abb. 2, und dem Gleichdruckprozeß, Abb. 3, das Mehrfache davon. Der mittlere Druck, der die Baukosten des Motors bedingt, ist bei dem Kreisprozeß nach Abb. 1 größer als bei denen nach Abb. 2 und 3 und nicht viel kleiner als bei dem Gleichdruckprozeß mit abgeschnittener Expansionsspitze, Abb. 4, obschon dieser ein viel größeres Verdichtungsverhältnis hat. Der thermische Wirkungsgrad des Kreisprozesses nach Abb. 1 ist verhältnismäßig hoch, also der Brennstoffverbrauch niedrig, obwohl das Verhältnis des größten Zylinderinhaltes (Kolben in der äußeren Totlage) zum Verdichtungsraum am kleinsten ist. Die Kreisprozesse nach Abb. 2 und 3 lassen sich in Kolbenmaschinen kaum verwirklichen und man ist daher auf Prozesse nach Abb. 4 (Brennermotor) oder Abb. 1 (Zündermotor) oder auf solche angewiesen, die zwischen beiden liegen und bei Brenner-[5]) und Zündermotoren fast ausschließlich angewendet werden.

Die Wirkungsgrade der Kreisprozesse nach Abb. 1 und 4 lassen sich durch verlängerte Expansion bei Vergrößerung des Zylinderinhaltes und Verringerung des mittleren Druckes verbessern; dieser läßt sich bei allen Kreisprozessen theoretisch durch Steigerung der Wärme- (Brennstoff-) Zufuhr erhöhen. In diesem Falle bleibt bei dem Kreisprozeß nach Abb. 1 der thermische Wirkungsgrad unverändert, während Höchstdruck und Höchsttemperatur steigen; vermehrte Wärmezufuhr bei dem Kreisprozeß nach Abb. 4 vermindert den Wirkungsgrad und steigert die Höchsttemperatur, läßt aber den Höchstdruck unverändert. Zündermotoren für flüssige Brennstoffe arbeiten meist — in Fahrzeugen fast immer — mit Brennstoffüberschuß, weil die Zündfähigkeit des Gemisches den Luftüberschuß eng begrenzt. Die Steigerung des mittleren Druckes durch Überladen (Füllen des Zylinders mit vorverdichteter Luft oder vorverdichtetem Gemisch) wird durch die Wärmebeanspruchungen eingeschränkt, so daß man bisher Gebrauchs-Zündermotoren nur selten mit mehr als 1 at aufgeladen hat und auch dies nur kurzzeitig zur Überwindung von Spitzenlasten. Die Literleistung wird sich vielleicht ohne Erhöhung der Drehzahl und ohne andre Nachteile mit wachsender Kenntnis der Vorgänge der Wärmeübertragung im Zylinder und der Baustoffe steigern lassen.

Bei dem Kreisprozeß nach Abb. 1 mit vollkommenen zweiatomigen Gasen steigt der thermische Wirkungsgrad mit dem Expansions-(Verdichtungs-)Verhältnis $\frac{1}{r}$ nach

$$\eta = 1 - r^{1-k}.$$

Die Anwendung höherer Verdichtungsverhältnisse wird aber durch die Neigung vieler Brennstoffe zum Klopfen und durch zwei weitere Umstände beschränkt. Nach Ricardo[6]) entgeht eine dünne Brennstoffschicht an den Wänden durch rasche Abkühlung der Verbrennung. Die

[1]) Vorgetragen in der Fachsitzung „Verbrennungsmotoren" der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg 1927.

[2]) In Brennermotoren erfolgen Brenngemischbildung und Verbrennung unmittelbar nacheinander im Verbrennungsraum; in Zündermotoren wird das vorher gebildete Brenngemisch dem Verbrennungsraum zugeführt und durch einen „Zünder" entflammt (Kutzbach, „Hütte" 25. Aufl. Bd. 2 S. 533).

[3]) Kennzeichnend hiefür ist z. B., daß nach Neumanns Untersuchung eines Fahrzeugmotors (Forschungsarbeiten Heft 79, 1908) keine ähnlich umfassende Versuchsarbeit an einem Zündermotor in deutscher Sprache erschienen ist und daß Ricardo uns so viel Neues und Wertvolles mitteilen konnte.

[4]) Nach Clerk, The limits of thermal efficiency in Diesel and other internal combustion engines, Trans. North-East Coast Inst. of Eng. and Shipbuilders Bd. 35 (1919) S. 414. Den Einfluß endlicher Verbrennungsgeschwindigkeiten zeigt Neumann Z. Bd. 71 (1927) S. 775.

[5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1047.

[6]) Engines of high output, London 1926.

Abb. 1 Kreisprozeß zwischen zwei Adiabaten und zwei Linien gleichen Rauminhaltes (Zündermotor).

Abb. 1 bis 4 Kreisprozesse vollkommener zweiatomiger Gase.

Abb. 2 Carnot-Prozeß.

Abb. 5
Höchstdruck und thermischer Wirkungsgrad für einen Kreisprozeß mit einem vollkommen zweiatomigen Gase nach Abb. 1.

Abb. 6
Abhängigkeit des thermischen Wirkungsgrades vom Verdichtungsverhältnis.

a Kreisprozeß mit einem idealen Gas
b 50 vH Luftüberschuß
c 20 vH Luftüberschuß
d chemisches Mischungsverhältnis
(b bis d berechnet von Tizard und Pye)
e beobachtete Höchstwerte (Ricardo)

Dicke dieser Schicht[7]) ist ziemlich unabhängig vom Verdichtungsverhältnis, das Verhältnis ihres Rauminhaltes zum Inhalt des Verbrennungsraumes und damit der Verlust durch Nichtverbrennen nimmt aber mit dem Verdichtungsverhältnis zu und begrenzt besonders bei kleinen Motoren und Motoren mit seitlichen Ventilen oder mit kleinem Hub, bei denen es schwer ist, das Verhältnis von Oberfläche zu Inhalt des Verdichtungsraumes klein zu machen, das wirtschaftliche Verdichtungsverhältnis. Bei größeren Maschinen wachsen außerdem die Gewichte der Kolben und Pleuelstangen und damit die Massenkräfte und Reibungsverluste mehr als das Verdichtungsverhältnis und machen dessen Erhöhung über eine gewisse Grenze hinaus unwirtschaftlich, weil die Höchstdrücke schneller zunehmen als die thermischen Wirkungsgrade, Abb. 5. Auf jeden Fall steigt der Gesamtwirkungsgrad von einem gewissen Verdichtungsverhältnis an nicht mehr, das von der Bauart und den Betriebsbedingungen (besonders der Drehzahl) des Motors abhängt. Diese Grenze der wirtschaftlichen Verdichtung (bei Verwendung nichtklopfender Brennstoffe) sollte für jede Motorbauart bekannt sein. Sie liegt nach Ricardo im allgemeinen bei $r = 7{,}5$, und als zweckmäßigster Wert für nichtklopfende Brennstoffe ist $r = 7$ anzusehen; über $r = 6$ kann man meist noch mit Nutzen hinausgehen.

Wenn man die wirkliche Zusammensetzung der arbeitenden Gase berücksichtigt, so bleiben infolge der Dissoziation und der Zunahme der spezifischen Wärme mit der Temperatur die theoretischen Wirkungsgrade der idealen Kreisprozesse beträchtlich unter den für vollkommene zweiatomige Gase berechneten. Abb. 6 und 7 zeigen die diesbezüglichen Ergebnisse der Berechnungen von T i z a r d und P y e[8]); diese nahmen an, daß die Zu- und Abfuhr der Wärme in den Totpunkten augenblicklich, also bei unveränderlichem Volumen erfolgt, das chemische Gleichgewicht ohne Verzögerung erreicht wird, kein Wärmeaustausch mit den Wänden stattfindet und nur CO_2,

Abb. 7
Größte thermische Wirkungsgrade bei einem Verdichtungsverhältnis 5 : 1 und verschiedenen Mischungsverhältnissen für Benzol und Luft.

a Kreisprozeß mit einem idealen Gas
b Benzol-Luft-Gemisch

[7]) Eine Schätzung ermöglichen K. H. H e r z f e l d , Z. angew. Math. u. Mech. Bd. 4 (1924) S. 405, und A. H e r z f e l d , Der Wärmeübergang und die thermodynamische Berechnung der Leistung bei Verpuffungsmaschinen, Berlin 1925.

[8]) Report of the Empire Motor Fuels Committee, Institution of Automobile Engineers, London 1924. Nußelt hat den Gang der Rechnung schon früher angegeben: Z. ges. Turbinenwesen Bd. 14 (1917) Heft 1 bis 3.

Abb.	1	2	3	4
Größter Zylinderinhalt / Verdichtungsraum	5	30,6	30,6	12,24
Größter Zylinderinhalt / Volumen der arbeitenden Luft, bezogen auf 760 mm Q.-S. und 17 °C	1	2,5	2,5	1
Höchsttemperatur . . . °abs.	1973	806	1973	1973
Niedrigste Temperatur . . . „	290	290	290	290
Höchstdruck . . . at	35,15	35,15	35,15	35,15
Niedrigster Druck . . . „	1,033	0,413	1,033	1,033
Mitteldruck . . . „	7,38	0,422	3,94	8,22
Höchstdruck / Mitteldruck	4,76	83,2	8,92	4,28
Thermischer Wirkungsgrad . . . vH	48	64	64	56

Abb. 3. Gleichdruckprozeß

Abb. 4
Gleichdruckprozeß mit abgeschnittener Expansion (Brennermotor)

H_2O, CO, H_2, O_2 und N_2 gebildet werden und bewiesen an Gemischen von Benzol, Heptan und Alkohol mit Luft, daß die Art des Brennstoffes die theoretische Höchsttemperatur, die Leistung und den Wirkungsgrad nur wenig beeinflußt; auch Versuche Ricardos bestätigten dies.

Der Einfluß des Luftüberschusses auf den Wirkungsgrad läßt sich angenähert durch $\eta = 1 - r^{-n}$ darstellen, worin für 0, 20, 50, ∞ vH Luftüberschuß $n = 0{,}26$, 0,30, 0,33, 0,40 zu setzen ist.

Der Unterschied zwischen dem theoretischen und dem besten wirklichen Brennstoffverbrauch, der z. B. 171 g/PSih bei $r = 7$, Luftüberschuß null und 10 000 kcal/kg unterem Heizwert des Brennstoffes beträgt, ist bei Zündermotoren für flüssige Brennstoffe auffallend gering. Die besten Wirkungsgrade, die Ricardo mit allen Künsten der Motortechnik und klopffesten Brennstoffen in armen Gemischen erreicht hat, Abb. 6, sind aber Ausnahmefälle. Es wird eine wichtige und schwierige Aufgabe sein, auch bei Gebrauchsmotoren und Handelsbrennstoffen diesen Werten nahe zu kommen.

Verbrennung

Die Wärmezufuhr sollte möglichst bei unverändertem Rauminhalt, die Verbrennung also sehr schnell und vollständig erfolgen, während der Kolben in der Totlage ist. Unsere Kenntnis über die Verbrennung von Gasgemischen in geschlossenen Räumen ist sehr lückenhaft[9]). In einem Gas, das zur Zeit der Entzündung ruht, kann die Verbrennung von einer Zündstelle aus in zwei durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit[10]) scharf geschiedenen Formen erfolgen:

a) die lineare Geschwindigkeit, bezogen auf den Verbrennungsraum, beträgt nur einige Meter in der Sekunde;
b) sie erreicht oder übertrifft die Geschwindigkeit des Schalles.

Wie sich aus Versuchen und der Hugoniot-Kurve[11]) ergibt, gehen diese beiden Formen unvermittelt ineinander über. Die Größe beider Arten von Geschwindigkeiten hängt vom Druck, von der Temperatur und Zusammensetzung des Gasgemisches und von der Form des Gefäßes ab, in dem sich der Vorgang abspielt, und wird durch den Wärmeübergang an die Gefäßwände und wohl auch durch deren katalytische Wirkung stark beeinflußt. Trotz zahlreicher Versuche läßt sich die Größe des Einflusses der einzelnen Veränderlichen noch nicht klar übersehen. Fast immer hat man nur die mittlere Verbrennungsgeschwindigkeit bestimmt, obgleich die von Flamm und Mache[10]) angegebene und von Mache auf ein Zeit-Druck-Diagramm Nägels angewendete Methode es ermöglicht, die augenblickliche Verbrennungsgeschwindigkeit aus Kugelbombenversuchen zu bestimmen. Da der Druck zu Beginn der Verbrennung verhältnismäßig langsam ansteigt und erst im letzten Drittel der Verbrennungsdauer rasch wächst, lassen sich aus den mittleren Verbrennungsgeschwindigkeiten keine sicheren Schlüsse auf die wirklichen (augenblicklichen) Verbrennungsgeschwindigkeiten und ihre Abhängigkeit von Druck und Temperatur ziehen. Die vielen Bombenversuche beweisen eigentlich nur, daß die Verbrennungsgeschwindigkeit mit dem Druck und der Temperatur des Gasgemisches wächst und daß sie mit dem Gehalt des Gemisches an Brennstoff zuerst zunimmt, einen Größtwert (meist bei Luftmangel) erreicht und dann wieder abnimmt. Unter und über einem gewissen Brennstoffgehalt kann eine Verbrennung nicht aufrechterhalten werden. Sie verläuft bei den üblichen flüssigen Brennstoffen am schnellsten bei Luftmangel; zudem erreicht man auch bei augenblicklicher Verbrennung im Totpunkt nach Tizard und Pye[8]) die Höchstleistung nur bei Brennstoffüberschuß; man arbeitet daher bei Fahrzeugmotoren fast immer mit Brennstoffüberschuß, zumal dies auch dem Klopfen entgegenwirkt. Mitunter nimmt die Geschwindigkeit der Verbrennung in Rohren und Zylindern (Entzündung an einem Ende) bis zu einem gewissen Wert zu[12]), hierauf plötzlich auf nahezu null ab (Brennverzug) und steigt dann wieder rasch an.

Jedenfalls könnten schnellaufende Motoren nicht wirtschaftlich arbeiten, wenn nicht die bei Bombenversuchen ermittelte niedrige Verbrennungsgeschwindigkeit durch die meist Turbulenz genannte Strömung des Gasgemisches im Zylinder vor und während der Verbrennung, also nach Schluß der Einlaßventile beträchtlich gesteigert wäre. Die Versuche von Clerk[4]) und Ricardo[6, 8]) zeigen, daß die Gasbewegung zur raschen Verbrennung nötig ist. Ricardo betont, daß die niedrige Verbrennungsgeschwindigkeit, die der Bombenversuch ergibt, keinen nachteiligen Einfluß auf den Wirkungsgrad und die Höchstleistung eines Motors hat, auch nicht bei hohen Drehzahlen, wenn er entsprechend gebaut ist und die richtige Vorzündung hat. Der Ricardo-Zylinderkopf, der sich für seitlich gesteuerte Fahrzeugmotoren teils in der ursprünglichen Form, teils in Nachahmungen immer mehr durchsetzt, beweist die Richtigkeit dieser Ansicht. Zu starke Gemischbewegung ist jedoch schädlich, weil dann die Wärmeabgabe an die Wände zu groß und die Verbrennung träge wird. Der richtige Mittelweg muß durch Versuche gefunden werden. Für die Verbrennung sind aber hohe Geschwindigkeiten in den Einlaßventilen immer günstig.

Die Druckwelle, die bei Verbrennung mit Überschallgeschwindigkeit entsteht[13]), ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Ursache des Zündungsklopfens[14]), jener unerwünschten Erscheinung, die bei den meisten Brennstoffen der Anwendung höherer Verdichtung eine Grenze setzt. Die zahlreichen Hypothesen für die Entstehung des Klopfens und die Wirkung der Gegenmittel zeigen, wie wenig wir vom Wesen der Verbrennung wirklich wissen. Sicher wird das Klopfen durch Druck- und Temperatursteigerungen veranlaßt und verstärkt[15]), es tritt leichter auf, wenn Stellen an der Oberfläche des Verbrennungsraumes überhitzt und die Verbrennungswege infolge ungünstiger Form des Verbrennungsraumes oder Lage der Zündkerzen lang sind; rasche Verbrennung, die durch kräftige Strömung im Verbrennungsraum erzielt wird, verhindert oder schwächt das Klopfen; es wird am stärksten bei den Gemischverhältnissen, die bei Bombenversuchen die höchsten Brenngeschwindigkeiten ergeben. Die Art des Brennstoffes hat auf das Klopfen den größten Einfluß; im allgemeinen neigen aromatische Kohlenwasserstoffe am wenigsten dazu, dann kommen Naphthene und Olefine, am leichtesten klopfen Paraffine; also scheint das Verhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff im Molekül maßgebend zu sein. Innerhalb der einzelnen Gruppen scheint die Neigung zum Klopfen mit der Molekülgröße zuzunehmen. Alkohole wirken dem Klopfen entgegen; sie mischen sich mit Kohlenwasserstoffen aber nur, wenn sie beinahe wasserfrei sind[16]).

---

[9]) Der Motorwagen Bd. 29 (1925) S. 28, Journ. Amer. Chem. Soc. Bd. 49 (1927) S. 386.

[10]) Flamm und Mache, Die Verbrennung eines explosiven Gasgemisches in einem geschlossenen Gefäß, Druckschr. Akad. d. Wiss. Wien math.-naturw. Klasse, 1917; Mache, Über die Änderung der Verbrennungsgeschwindigkeit von Wasserstoff-Luft-Gemischen mit Druck und Temperatur nach Versuchen von A. Nägel, Druckschr. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, 1923.

[11]) Becker, Theoretisches über Verbrennung und Detonation, Lehrbuch für technische Physik von Gehlhoff, 1. Bd., Leipzig 1924.

[12]) Crandall und Rosecrans, An investigation of the mechanism of explosive reactions, University of Illinois Bulletin Bd. 23 (1926) Nr. 46; Mc. Cormick, Flame propagation in closed cylinders, Sibley Journ. Bd. 40 (1927) S. 138, 164.

[13]) Nernst, Physikalisch-chemische Betrachtungen über den Verbrennungsprozeß in der Gasmaschine, Z. Bd. 49 (1905) S. 1436. Unsere Kenntnis auf diesem Gebiete ist heute nicht wesentlich größer als damals.

[14]) Die Literatur hierüber ist sehr umfangreich; erwähnt seien:
a) Report of the Empire Motor Fuels Committee [8]).
b) Clark und Thee, Present status of the facts and theories of detonation, Ind. and Eng. Chemistry Bd. 17 (1925) S. 1219. Clark, Brugmann und Thee, Effects of knock inducers and suppressors upon gaseous ionization, ebenda S. 1227.
c) Callendar, King und Sims, Dopes and Detonation, „Engineering" Bd. 121 (1926) S. 475 u. f., Bd. 122 (1927) S. 147 u. f.
d) Whatmough, Fuel and lubrication research und Detonation, „The Automobile Engineer" Bd. 16 (1926) S. 256 u. f., Bd. 17 (1927) S. 55 u. f.
e) Ricardo, Some notes on petrol engine development, „The Automobile Engineer" Bd. 17 (1927) S. 149.
f) Cummings, Methods of measuring the antiknock value of fuels, Journ. Soc. Automotive Eng. Bd. 20 (1927) S. 599.
g) Clark und Henne, Ultraviolet spektroskopy of engine fuel flames, ebenda S. 566 u. f.
h) Richter, Über das Klopfen der Zündermotoren, Motorwagen Bd. 28 (1925) S. 682, Bd. 29 (1926) S. 28 u. f.

[15]) Midgley, Journ. Soc. Automotive Engineers Bd. 20 (1927) S. 327.

[16]) Ormandy und Craven, Report of the Empire Motor Fuels Committee [8]).

Viele Elemente und Verbindungen beeinflussen die Geschwindigkeit der Verpuffung; so haben viele Stickstoffverbindungen und die meisten flüssigen Verbindungen von Jod, Selen, Tellur, Nickel, Kobalt, Zinn, Blei und Eisen (Eisenkarbonyl) eine das Klopfen hemmende Wirkung, einzelne von ihnen schon als außerordentlich geringe Zusätze zum Brennstoff. Sehr wichtig wäre es, die Klopffestigkeit der Brennstoffe einwandfrei vergleichen zu können; in England arbeitet man hauptsächlich mit dem Toluolwert nach Ricardo, in Amerika nach dem Verfahren von Midgley. Auch die Wahl des Vergleichsbrennstoffes — vorgeschlagen wurden Heptan und Oktan[17]) — ist wichtig und wird besonders dadurch erschwert, daß reine Kohlenwasserstoffe schwer in genügender Menge zu haben sind.

Gemäß dem amerikanischen Arbeitsprogramm[15]) sucht man

a) ein einheitliches und wiederholbares Verfahren, um Brennstoffe auf ihre Klopfneigung zu prüfen und danach zu bewerten,
b) Gesichtspunkte für den Bau von Motoren, die bei gegebenem Brennstoff ohne Klopfen hohe Verdichtungen vertragen,
c) Verfahren, um Brennstoffe durch Zumischen anderer Stoffe oder sonstige Behandlung in gegebenen Motoren mit hoher Verdichtung verwendbar zu machen,
d) die physikalischen und chemischen Vorgänge und Gesetze des Klopfens und Mittel zu seiner Verhinderung aufzufinden.

Zündung

Der Einfluß des Zündzeitpunktes auf die Verbrennung und damit auf die Leistung und den Wirkungsgrad der Motoren ist bekannt; die Zündung muß so erfolgen, daß der Höchstdruck bald (nach Ricardo spätestens bei einem Kurbelwinkel von 10 bis 15°) nach dem oberen Totpunkt auftritt.

Die Erforschung der Vorgänge bei der Zündung stößt aber auf erhebliche Versuchsschwierigkeiten. Coward und Meiter[18]) fanden an Methan-Luft-Gemischen, daß bei dem Überschlag eines Funkens unter allen Umständen eine kleine Gemischmenge verbrennt; ist diese kleiner als eine Mindestmenge, deren Größe von der Zusammensetzung des Gemisches, der Form und der Entfernung der Elektroden abhängt, so schreitet die Verbrennung nicht fort und tritt keine wirksame Zündung ein. Die Mindestmenge ist in der Nähe des chemischen Mischungsverhältnisses am kleinsten und wächst mit zunehmendem Luft- und Brennstoffmangel.

Coward und Meiter halten die Zündung für einen Vorgang, der hauptsächlich durch die Wärmeübertragung beeinflußt wird und zu dessen Erklärung man keine Ionisierung anzunehmen braucht. Paterson und Campbell[19]) haben die Eigenschaften des Zündfunkens untersucht und gefunden, daß die Entladungen nicht oszillierend, sondern aperiodisch gedämpft erfolgen und daß die Zündfähigkeit mit dem Potential an den Elektroden (dem Elektrodenabstand) und der Kapazität wächst, die der Funkenstrecke parallel geschaltet ist. Die Zündung wird durch eine Vermehrung der Funken nicht erreicht; der erste Funken muß zünden, wenn überhaupt eine Zündung erfolgen soll. Mischungsverhältnis und Elektrodengröße sind von erheblichem Einfluß. Diese Forschungen können aber auch nur als erster Vorstoß in ein unbekanntes Land angesehen werden.

Dissoziation, Zwischenverbindungen, Vorverbrennung, Frühzündung, Selbstzündungstemperatur, Grenzschicht

Von der Energie, die theoretisch in äußere Arbeit verwandelt werden könnte, geht ein Teil aus verschiedenen, bisher nicht erwähnten Ursachen verloren.

Die Berechnung[8]) des Wirkungsgrades unter Berücksichtigung der Dissoziation geht von der Annahme aus, daß während der Expansion das der jeweiligen Temperatur entsprechende chemische Gleichgewicht augenblicklich eintritt. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall; wie groß aber die Verzögerung ist, hat man noch nicht vollständig aufgeklärt[20]). Hypothesen[21]) über das Entstehen von Zwischenverbindungen (Aldehyde, Peroxyde u. dergl.) bei der Verbrennung bedürfen weiterer Bestätigung. Manche Rätsel sind in diesen Grenzgebieten der physikalischen Chemie und Motorentechnik noch zu lösen.

Ein Teil des Gemisches verbrennt während des Einströmens und während der Verdichtung bei der Berührung mit heißen Wandflächen, vor allem an den Auspuffventilen, den Elektroden der Zündkerzen, mitunter auch an den Kolben und sonstigen schlecht gekühlten Teilen. Die Verbrennung verläuft dabei zu langsam, als daß sie die ganze Zylinderladung ergreifen könnte; aber während des Saug- und Verdichtungshubes können doch merkliche Verluste durch unmittelbare Wärmeabgabe an die Wände und dadurch eintreten, daß man eine niedrigere Verdichtung anwenden muß, weil das Gemisch zur Zeit der Zündung schon durch die Vorverbrennung erhitzt ist. Solche Verluste vermeidet man durch gleichmäßige nicht zu hohe Innentemperatur der Zylinderwände, möglichst weit getriebene Expansion, rasche Verbrennung und gute Kühlung, vor allem der Auspuffventile[22]) (nicht zu große Durchmesser oder Wasserkühlung).

Dieser Vorverbrennung steht die Früh- (Selbst-) Zündung nahe, die ebenfalls von erhitzten (schlechtgekühlten) Stellen des Verbrennungsraumes ausgeht und bei der ein wesentlicher Teil des Gemisches verbrennt, noch ehe die gewollte Entflammung durch die Zündkerzen eintritt. Die Folgen sind wieder Wärmeverluste und Klopfen, selbst bei niedriger Verdichtung, und geringe zulässige Vorzündung, die Ursachen meist Fehler der Zylinderbauart oder schlechte Zündkerzen. Mitunter läuft infolge des Frühzündens der Motor sogar nach Abstellen der Zündung weiter.

In diesem Zusammenhange sei auf die Unsicherheit der heute üblichen Bestimmung der Selbstzündungstemperatur hingewiesen. Druck, Wärmeübergang und Mischungsverhältnis spielen hierbei eine bedeutende Rolle, eine noch größere die Zeit, weil eigentlich nicht die Temperatur bestimmt wird, bei welcher die chemische Verbindung mit Sauerstoff erfolgt (diese ist bei jeder Temperatur möglich), sondern jene, bei der die Verbrennung so rasch vor sich geht, um eine merkliche Temperatursteigerung hervorzurufen. Die Ergebnisse solcher Messungen machen zwar eine Ordnung der Brennstoffe unter gleichen Verhältnissen möglich, sie geben aber keine absoluten Werte und die Schlüsse daraus bedürfen stets der Nachprüfung am Motor.

Als weitere Verlustquelle sei noch die unvollkommene Verbrennung in der Grenzschicht nahe den gekühlten Wänden erwähnt. Genügende Strömung des Gemisches im Zylinder vermindert die Dicke der Grenzschicht und die durch sie entstehenden Verluste.

Verbrennung eines Brennstoffnebels

Das bisher Gesagte gilt fast ebenso für gasförmige wie für flüssige Brennstoffe. Bei diesen kann man wohl annehmen, daß nach genügender Erwärmung der Maschine der Brennstoff im Augenblick der Zündung vollständig verdampft ist; aber bei kaltem Motor, besonders unmittelbar nach dem Anlassen, ist Brennstoff noch als Nebel neben dem Dampf im Gemisch vorhanden, und es fragt sich, ob der Nebel ebenso verbrennt wie der Dampf. Nach

17) Journ. Soc. Automotive Engineers Bd. 20 (1927) S. 245.

18) Journ. Am. Chemical Society Bd. 49 (1927) S. 396 (mit Literaturübersicht).

19) Paterson und Campbell, The characteristics of the spark discharge and its effect in igniting explosive mixtures, London 1921; dieselben, Experiments on the ignition of explosive mixtures by sparks, London 1920; Campbell, The influence of the electrodes on the ignition of mixtures by sparks, London 1919.

20) Lovell und Boyd, Ind. and Eng. Chemistry Bd. 17 (1925) S. 1217, fanden aus Abgasanalysen von Fieldner, Straub und Jones, Ind. and Eng. Chemistry Bd. 13 (1921) S. 51, Bd. 14 (1922) S. 594, als Konstanten des Wassergasgleichgewichtes in verschiedenen Benzinmotoren Werte zwischen 3 und 4, was Temperaturen zwischen 1350 und 1550° C für das Einfrieren des Gleichgewichtes entspricht.

21) Tauß und Schulte, Über Zündpunkte und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren, Halle 1924. Callendar, Engg. Bd. 122 (1927) S. 147 ff. Brutzkus, Theorie der Brennkraftmaschinen, Leipzig 1927.

22) Vom Baustoff für Auspuffventile verlangt man große Hitzebeständigkeit, ebenso wichtig wäre gute Wärmeleitfähigkeit.

Haber[23]) besteht kein Unterschied, aber die bisherigen Untersuchungen reichen wohl für eine verläßliche Antwort nicht aus. Wichtig wären Versuche mit hochsiedenden Brennstoffen, die im Zündermotor das Schmieröl verschlechtern. Wenn auch der Wärmeaufwand für die Verdampfung des Brennstoffes kein erheblicher Teil der Wärme ist, welche die Fortpflanzung der Verbrennung bewirkt, und diese daher kaum merklich hemmen dürfte, so könnte er doch während des Anlassens und unmittelbar danach bei kaltem Motor einen gewissen Einfluß haben, da dann die Verhältnisse für die Einleitung und Aufrechterhaltung der Verbrennung ohnedies ungünstig sind. Brennstoffnebel dürften schwerer zünden als Brennstoffdämpfe, weil sie sich viel weniger innig mit Luft mischen.

Wärmeabgabe an die Wände des Verbrennungsraumes

Daß ein verhältnismäßig großer Teil der zugeführten Energie als Wärme auf das Kühlmittel (Wasser, Luft) übertragen und nicht in nutzbare Arbeit verwandelt wird, sieht man mitunter als einen grundlegenden Fehler der Verbrennungsmotoren an; immer wieder hört man die Meinung, daß wärmeundurchlässige Wände des Verbrennungsraumes den Wirkungsgrad beträchtlich verbessern würden. Eine einfache Rechnung[6]) zeigt aber auch ohne Berücksichtigung der Dissoziation, daß sogar adiabatischer Verlauf der Verdichtung und Expansion den thermischen Wirkungsgrad nicht viel verbessert; denn der höhere Wärmeverlust durch die Abgase gleicht den Gewinn fast aus, den man durch die geringere Wärmeabgabe an das Kühlmittel erreicht. Man muß vielmehr eine möglichst gute Kühlung anstreben, um ohne Klopfen mit möglichst hoher Verdichtung und hohem Liefergrad arbeiten zu können.

Liefergrad

Der Liefergrad hat auf die Höchstleistung des Motors großen Einfluß. Leider wird er sehr selten unmittelbar durch Luftmessungen bestimmt, die Auspuffgas-Analyse ist ein unzulänglicher Ersatz; auch für die Bestimmung des thermischen Wirkungsgrades wäre die Messung des Luftverbrauches eine verläßlichere Grundlage, als die Messung des Brennstoffverbrauches. Fast alle Fahrzeugzündermotoren und wohl auch viele andere Vergasermotoren arbeiten nämlich mit Brennstoffüberschuß, so daß der verbrannte Luftsauerstoff die bestenfalls freiwerdende Wärme bestimmt und nicht der Brennstoffverbrauch; ferner verteilt sich die Luft gleichmäßiger auf die einzelnen Zylinder einer Mehrzylindermaschine als der Brennstoff; bei Messung des Luftverbrauches kann auch das mitverbrannte Öl den thermischen Wirkungsgrad nicht fälschen. Bisher ist aber über den Einfluß der Verdichtung, der Drehzahl, der Vorwärmung und der Bauart des Motors, besonders des Zylinders, Vergasers und der Saugleitungen, auf den Liefergrad nur wenig bekannt geworden.

Auch Untersuchungen, seien es Versuche oder Rechnungen, über die verwickelten Vorgänge (gekoppelte Schwingungen) in der Saugleitung, über den Einfluß der Überdeckung der Öffnungszeiten der Ventile von Mehrzylindermaschinen und den besten Zeitpunkt der Ventilöffnung in bezug auf den Liefergrad dürften eine Steigerung der spezifischen Motorleistung ermöglichen. Daß verhältnismäßig einfache Zusammenhänge lange unbemerkt und unerklärt bleiben, zeigt z. B. die Mitteilung Ricardos[6]), daß der Liefergrad mit zunehmendem Expansionsverhältnis sinkt, weil sich im kleineren Verdichtungsraume die Gase bei der Abkühlung weniger zusammenziehen.

Anlassen und Verhalten bei wechselnder Belastung

Die bisher berührten Fragen der Wirtschaftlichkeit und Höchstleistung werden nicht zum wenigsten durch die üblen Nebenerscheinungen (Verrußen, Ölverdünnung, Luftverschlechterung durch Abgase usw.) wichtig; denn diese stören mehr, als der den Benutzern oft gar nicht bekannte Mangel an Leistung und Wirkungsgrad, solange er nicht zu groß ist. Den meisten Fahrern und Motorenwärtern ist dagegen das Verhalten beim Anlassen und bei Belastungsänderungen überaus wichtig und für ihr Urteil über einen Motor maßgebend. Leichtes Anspringen und Beschleunigen hängt aber sowohl vom Motor als auch vom Brennstoff ab und ist besonders für die Wirtschaftlichkeit aussetzender Betriebe bedeutungsvoll.

Man kann dieses Problem von zwei Seiten anpacken. Entweder fragt man nach den Eigenschaften, die ein Brennstoff haben muß, damit ein gegebener Motor oder Motoren üblicher Bauart stets leicht anspringen, oder wie ein Motor gebaut sein muß, damit er mit gegebenen Brennstoffen leicht anspringt.

Der ersten Frage galten umfangreiche Versuche des Cooperative Fuel Research Committee[24]) (errichtet vom American Petroleum Institute, National Automobile Chamber of Commerce und der Society of Automotive Engineers) in Laboratorien und an vielen Wagen im Betrieb. Dabei wurde festgestellt, daß die Außentemperatur sehr großen Einfluß hat, daß man also den Brennstoff dem Klima anpassen muß, wenn man bequem und wirtschaftlich fahren will. Bei den untersuchten Kohlenwasserstoffen waren die ersten 20 vH der Brennstoffmenge maßgebend, die bei fraktionierter Destillation unter allmählicher Temperatursteigerung abdampften; Diffusion und Dampfdruck schienen im Gegensatz zu Beobachtungen Ricardos[8]) keinen Einfluß zu haben. Auf Grund der bisherigen Untersuchungen fordern Cragoe und Eisinger:

a) Bei der niedrigsten in der betreffenden Gegend überhaupt vorkommenden Lufttemperatur muß der Motor unter Ausnutzung aller Mittel der Konstruktion des Motors und des Vergasers und der Erfahrung des Fahrers anspringen, wenn ihm ein Gemisch von Luft zu Brennstoff = 1 : 1 zugeführt wird, gleichviel, wieviele Umdrehungen der Kurbelwelle zum Anlassen notwendig sind.

b) Bei gewöhnlich vorkommenden niedrigen Lufttemperaturen muß der Motor nach 10 Anlaßumdrehungen anspringen, wenn ihm ein Gemisch von Luft zu Brennstoff = 2 : 1 zugeführt wird.

Die Untersuchung der Anforderungen an Brennstoffe im Hinblick auf das Beschleunigen des Motors wird erst in Angriff genommen. Maßgebend hierfür scheint der mittlere Teil der Verdampfungskurve der Brennstoffe zu sein.

Vergaser und Saugleitung

Die Anforderungen an den Motor bezüglich leichten Anspringens und schnellen Beschleunigens betreffen vor allem den Vergaser und die Saugleitung, einschließlich der Ventile. Nach Ricardo[25]) soll der Vergaser

a) dem Motor das für die jeweilige Drehzahl und Leistung jeweils günstigste Gemisch zumessen,
b) unter allen Umständen möglichst fein zerstäuben,
c) bei plötzlichem Öffnen der Drossel überreiches Gemisch liefern,
d) beim Anlassen und im Leerlauf überreiches Gemisch liefern,
e) selbsttätig oder wenigstens leicht einstellbar reichlicheres Gemisch liefern, solange der Motor und die Saugleitung noch kalt sind,
f) leicht einstellbar sein, aber sich im Betrieb nicht von selbst verstellen.

Dabei ist unter „reich" der Zustand des Gemisches unmittelbar hinter dem Vergaser zu verstehen. Im Zylinder wird je nach den Verhältnissen ein ganz anderes Gemischverhältnis herrschen, als hinter dem Vergaser.

Will man prüfen, ob ein gegebener Vergaser obigen Ansprüchen genügt, so kommt man in Verlegenheit, zu entscheiden, ob ein Fehler dem Vergaser oder dem Motor, besonders der Ansaugleitung, zugeschrieben werden soll. Es gibt meines Wissens noch keine Untersuchung über die maßgebenden Eigenschaften der käuflichen Vergaser un-

[23]) Z. f. angew. Chemie Bd. 36 (1923) S. 373.

[24]) Berichte von Sligh sowie Cragoe und Eisinger, Journ. Soc. Automotive Engineers Bd. 19 (1926) S. 151 und Bd. 20 (1927) S. 353.

[25]) The internal combustion engine, II. High speed engines, London 1923; Schnellaufende Verbrennungsmotoren, Berlin 1926.

abhängig vom Motor. Die Arbeiten von Kuehn[26]), Klaften[27]), Heuser[28]), Sauter[29]) und Brewer[30]) sind nur erste Schritte zum wirklichen Erkennen. In der Theorie ist man noch nicht weit über Krebs hinausgekommen; die Vergaserpraktiker befassen sich hauptsächlich damit, bekannte Mittel zu vereinigen; auch Verfahren für planmäßige Vergaserprüfungen haben sich nicht eingeführt.

Noch geringer ist unsre Kenntnis von den Vorgängen in den Saugleitungen. Man hat bisher weder versucht, die Zustandsänderungen des Gemisches[31]) in und hinter dem Vergaser thermodynamisch zu erfassen, was Anhaltpunkte für die anzuwendende Vorwärmung geben könnte, noch kennt man die Vorgänge bei der Strömung des Luft-Brennstoff-Gemisches, das Brennstoff in verschieden großen Tröpfchen und als Dampf enthält. Auch Versuche über die zweckmäßigste Ausbildung der Saugkanäle fehlen. Auf diesem Gebiete müssen alle Motorenbauer einzeln teuere Erfahrungen sammeln.

Die zeitliche und räumliche Verteilung des Brennstoffes in den Saugkanälen[32]) ist ebenso für den Brennstoffverbrauch und das Beschleunigungsvermögen des ganzen Motors, wie für die Lastverteilung auf die einzelnen Zylinder wichtig. Man denke daran, wie man sich bei Brennermotoren bemüht, alle Zylinder gleichmäßig zu belasten, und wie unsicher dagegen die Gemischverteilung bei Zündermaschinen ist. Eine Vorstellung von der Größe der Verluste infolge ungleichmäßiger Gemischverteilung gibt die Angabe Ricardos[8]), daß ein Einzylindermotor mit 20 vH, ein Mehrzylindermotor dagegen mit höchstens 10 vH Luftüberschuß laufen kann.

Gewiß sind die Vorgänge im Saugrohr verwickelt, da sich Zusammensetzung, Druck, Temperatur und Geschwindigkeit des Gemisches örtlich und bei jeder Änderung der Belastung (besonders bei Kraftfahrzeugmotoren), sowie infolge unterbrochenen Saugens der Zylinder auch zeitlich ändern. Daß wenigstens eine empirische Klärung möglich sein muß und Vorteil bringt, zeigen die guten Fahreigenschaften mancher amerikanischer Wagen, die zum Teil auch auf einer günstigen Bemessung der Saugleitungen beruhen dürften.

Auspuff

Auch bei Abfuhr der Verbrennungsgase treten verwickelte Strömungs- und Schwingungserscheinungen auf; sie beeinflussen wahrscheinlich die Lebensdauer der Auspuffventile, unter Umständen auch die Nutzleistung des Motors, und erzeugen das störende Auspuffgeräusch. Wawrziniok[33]) hat an Kraftwagen Verluste durch die Auspuffleitung bis zu 12 vH gemessen, doch lassen sich diese Verluste durch entsprechende Ausbildung der Auspuffleitung, besonders des Auspufftopfes, auch bei genügender Schalldämpfung auf praktisch bedeutungslose Werte herunterdrücken.

Ein großer Teil der hier behandelten Probleme kann nur durch planmäßige Zusammenarbeit der Motoren- und Brennstofferzeuger und der Versuchsanstalten behandelt und gelöst werden. Daran hat es bisher gefehlt. Der Wettbewerb auf dem Weltmarkte und die Hebung unsrer Wirtschaft verlangen aber auch auf diesem Gebiet äußerste Wirtschaftlichkeit, Durchführung aller notwendigen Arbeiten und Versuche durch die geeignetsten Stellen, Unterlassung von Doppelarbeiten, soweit sie nicht zur Nachprüfung nötig sind, und Bekanntgabe der Ergebnisse an alle Beteiligten. [B 575]

[26]) „Motorwagen" Bd. 27 (1924) S. 325 u. f.
[27]) Ebenda Bd. 24 (1921) S. 213.
[28]) Forschungshefte zur Autotechnik Nr. 1 (1922).
[29]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1040.
[30]) Carburation, London 1924; Carburetting and Manifolding, London 1926.
[31]) Das jüngst erwachte Interesse an Wasserdampf-Luft-Gemischen wird auch zur Erkenntnis der Brennstoff-Luft-Gemische beitragen; s. Merkel, Verdunstungskühlung, Forschungsarbeiten Heft 275 und Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Bd. 34 (1927) Heft 2/3. Über Druckänderungen infolge von Schwingungen s. Juhasz, The Automobile Engineer Bd. 16 (1926) S. 369.
[32]) Mantell, Induction currents, „The Automobile Engineer" Bd. 17 (1927) S. 178.
[33]) VDI-Nachrichten Bd. 7 (1927) Nr. 16 S. 4. Leider sind dort die Bauarten der Auspufftöpfe nicht dargestellt, so daß man die Ergebnisse nicht weiter verwerten kann.

Dauerbruch

Von P. Melchior, Berlin

Schon wenige Jahre, nachdem die Werkstoffprüfung begonnen hatte, wirklich wissenschaftlich zu arbeiten, d. h. die Werkstoffe nicht nur technologisch zu prüfen, sondern ihre Festigkeitseigenschaften auf geeigneten Maschinen zahlenmäßig festzustellen (Werder 1852, Kirkaldy 1865), hatte Woehler auf Grund der Erfahrungen im Eisenbahnbetrieb erkannt, daß die statische Prüfung der metallischen Werkstoffe durch den Zugversuch gar nicht die für die Verwendung der Werkstoffe wirklich maßgebenden Eigenschaften aufdeckt. Woehler hat sich mit dieser theoretischen Erkenntnis nicht begnügt, sondern auf eigens gebauten Prüfmaschinen das Verhalten der Werkstoffe bei häufig wiederholter und bei wechselnder Beanspruchung erforscht. Man sollte daher alle Dauerschwingungsversuche kurz als Woehler-Versuche bezeichnen, wie es zwar nicht in Woehlers Vaterland, aber in England üblich ist (Woehler test).

Die Ergebnisse der Woehlerschen Versuche aus den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat Gerber zusammengefaßt. Seitdem finden sich in allen Taschenbüchern für Ingenieure im wesentlichen folgende Angaben über die zulässigen Beanspruchungen: Zu unterscheiden sind drei Belastungsfälle, nämlich ruhende, schwellende und schwingende Belastungen; die zulässigen Beanspruchungen verhalten sich dabei wie 3 : 2 : 1. Für weichen Flußstahl (etwa St 37) gelten die Werte 900, 600 und 300 kg/cm², für härteren Stahl entsprechend mehr.

Bei dieser wertvollen Erkenntnis ist die Wissenschaft der Werkstoffprüfung ein halbes Jahrhundert stehen geblieben. Die Versuche von Woehler sind in ganz unzulänglicher Weise fortgesetzt worden, obwohl die von den Stahlwerken und den Metallwerken zur Verfügung gestellten Werkstoffe inzwischen ganz andre geworden sind. Die Werkstoffprüfung aber hat bis vor kurzem — von wenigen rühmlichen Ausnahmen[1]) abgesehen — nur den statischen Versuch gepflegt und die Werkstoffe nach Eigenschaften bewertet, mit denen der Konstrukteur schlechthin überhaupt nichts anzufangen weiß. So wird z. B. von jedem Stahl eine beträchtliche Bruchdehnung verlangt und der Werkstoff als unbrauchbar zurückgewiesen, wenn die verlangte Dehnung nicht ganz erreicht ist, weil dann der Stahl zu spröde sei. Daß dieser Gedankengang so nicht das Richtige trifft, beweist der wichtigste Werkstoff des Maschinenbaues, das Gußeisen, aus dem z. B. die verschiedensten Kolbenmaschinen mit höchst unangenehmen Beanspruchungen oft betriebsicherer als aus Stahlguß mit reichlicher Bruchdehnung angefertigt werden.

Trotzdem liegt der Bewertung der Werkstoffe nach der Bruchdehnung ein vernünftiger Kern zugrunde. Aber die üblichen Wertzahlen können nicht mehr als ein ungefähres Bild vom Gesundheitszustand des Werkstoffes geben, ähnlich wie es die Ärzte gelernt haben, aus Körpergewicht, Brustumfang, Blutdruck und andern zahlenmäßig erfaßbaren Größen die Gesundheit des Menschen zu beurteilen, ohne sie auf diese Weise wirklich und vollständig zu erfassen.

Wenn schon Woehler mit der rein statischen und technologischen Prüfung der Werkstoffe nicht auskommen konnte, so hat die weitere Entwicklung des Maschinenbaues, insbesondere der Luftschiffahrt und des Kraftfahrwesens, dazu gedrängt, die Forschungen von Woehler nicht nur wieder aufzunehmen, sondern mit den verbesserten Hilfsmitteln der Gegenwart weiterzutreiben. Dazu drängt unmittelbare Not; denn immer wieder ereignen sich trotz schulmäßig richtiger Konstruktion mit fünffacher „Sicherheit" mehr oder weniger verhängnisvolle Brüche, die dann gewöhnlich als Dauerbrüche zu bezeichnen sind.

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hatte schon vor mehreren Jahren einen zusammenfassenden Bericht über das Schrifttum der Ermüdungserscheinungen bei Werkstoffen und der im Zusammenhang damit angestellten Dauerversuche veranlaßt[1a]). Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde ging weiter und veranstaltete am

[1]) Vergl. z. B. Lasche-Kieser, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos, 3. Aufl. Berlin 1925, S. 30 u. f.
[1a]) Werkstoffausschuß, Bericht Nr. 38 von R. Mailänder, Düsseldorf 1924.

21. April 1927 eine große **Dauerbruchtagung**, auf der die grundsätzlichen Fragen dieses schwierigen Gebiets durch Vorträge erster Fachleute und anschließende Erörterungen geklärt und gefördert werden sollten. Die Ergebnisse dieser Tagung liegen nunmehr in einem Fachheft der Zeitschrift für Metallkunde (Februar 1928)[2]) gesammelt vor, dessen Inhalt im folgenden wiedergegeben sei.

Der Leiter der Tagung, J. Czochralski, legt in der einleitenden Ansprache, um das gegenseitige Verständnis zu erleichtern, vor allem die Bezeichnungen für die verschiedenen Arten der Brüche je nach ihrer Entstehung fest und unterscheidet danach drei Grundformen:

1. Den gewaltsamen Bruch, wie er in der Zerreißmaschine oder auch durch wenige Hin- und Herbiegungen im Schraubstock erzeugt wird,
2. den statischen Dauerbruch, der bei ruhender oder nahezu ruhender Belastung während langer Dauer allmählich entsteht,
3. den Schwingungsbruch, der sich bei wechselnder Beanspruchung in tausendfältiger oder millionenfacher Wiederholung ohne nennenswerte Verformung ausbildet und sein allmähliches Fortschreiten durch konzentrische Kurven, ähnlich den Jahresringen der Bäume, auf den Bruchflächen nachträglich erkennen läßt.

Wenn der Schwingungsbruch auf „Ermüdung" zurückgeführt wird, so besagt dies zunächst nur, daß der Konstrukteur größere Festigkeit vom Konstruktionsteil erwartet hatte und sich den tatsächlich eingetretenen Schaden nur durch eine innere Verschlechterung des Werkstoffes im Laufe der Zeit unter dem Einflusse der wechselnden Beanspruchung erklären kann. Eine solche Erklärung geht aber, selbst wenn sie teilweise zutrifft, doch am Kern der Sache vorbei und kann daher den Konstrukteur von der Mitverantwortung für einen Dauerbruch nicht entlasten.

Prof. Dr. W. Hort legt in seinem Vortrag

Dauerbruch als dynamische schwingungstechnische Erscheinung

die gerade dem Konstrukteur verfügbaren Mittel dar, um dem Dauerbruch zu begegnen.

Zunächst ist es eine erzieherische Maßnahme, die Unsicherheit in der Annahme der äußeren Kräfte und der zulässigen Beanspruchung nicht dadurch zu verdecken, daß man das Verhältnis der Zugfestigkeit zur angenommenen höchsten Beanspruchung als Sicherheit bezeichnet. Die tatsächlichen Brüche bei angeblich fünffacher Sicherheit strafen diese Bezeichnung deutlich genug Lügen! Die üblichen Festigkeitsrechnungen gehen von notgedrungen vereinfachten Voraussetzungen aus, die der Wirklichkeit oft in wesentlichen Punkten nicht entsprechen. So berechnet man z. B. eine genutete Welle gewöhnlich wie eine volle, obwohl im Grunde der Nut die Spannung je nach der Schärfe der Ausrundung ein Vielfaches der schulmäßig angenommenen Randspannung sein kann. Diese Kerbwirkungen zu berechnen oder wenigstens abzuschätzen, aber auch durch geeignete Konstruktion und gute Werkstättenausführung in mäßigen Grenzen zu halten, erscheint sehr viel wichtiger, als die zusammengesetzte Beanspruchung aus Biegung und Verdrehung nach theoretisch zweifelhaften Formeln zu berechnen.

Ferner sind die äußeren Kräfte oft nur ungenau bekannt. Wie sollte man etwa die Kräfte annehmen, die ein Kraftwagen-Vorderachsschenkel bei der Fahrt auf der Landstraße mit gegebener Geschwindigkeit auszuhalten hat? Man hat sich daran gewöhnt, die Belastung als einen statischen Zustand hinzunehmen, während sie im allgemeinen ein dynamischer Vorgang verwickelter Art ist. Wenn die Brückenbauer diesen Denkfehler durch „Stoßziffern" auszugleichen suchen, so bleibt dieser Behelf mangelhaft, wie in der Unsicherheit bei der Wahl dieser Ziffer bereits zum Ausdruck kommt.

Am schwierigsten sind die tatsächlichen Beanspruchungen abzuschätzen, die von freien Schwingungen herrühren, deren Schwingungsweite nicht nur von der Art der Erregung, sondern ganz wesentlich von der meist unbekannten Dämpfung abhängen. Gefährliche Resonanzen zu vermeiden, bleibt unabweisbare Pflicht des Konstrukteurs, wenn sie auch noch so schwer zu erfüllen ist.

Festigkeitsrechnungen mit Berücksichtigung der Kerbwirkung, Ermittlung der tatsächlichen Kräfte infolge der üblichen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnen, Bestimmung der Schwingungsweite bei freien Schwingungen jeder Art bei Maschinenteilen und Brücken — das sind Aufgaben der Ingenieure, die durch Vertiefen der Theorie und durch Versuche sowohl im Laboratorium als auch im Betrieb gelöst werden müssen, bevor der Werkstoffachmann helfend eingreifen kann. Sind so nach verfeinerten Verfahren erst die wirklichen Beanspruchungen ermittelt, die im Betriebe auftreten können, so brauchen die maßgebenden Festigkeitseigenschaften nur ganz wenig höher zu liegen als die vorkommenden größten Beanspruchungen. In solchem Licht erscheinen die üblichen Werte wie Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Einschnürung beinahe gleichgültig. Wichtig dagegen ist schon die Streckgrenze als äußerste Grenze für die zulässige Beanspruchung, vor der man sich hüten muß, um größere bleibende Formänderungen der Bauteile zu vermeiden. Aber die Streckgrenze allein genügt bei weitem nicht als Merkmal für die zulässige Beanspruchung. Bei ruhender Belastung und gewöhnlicher Temperatur darf man erfahrungsgemäß Stahl tatsächlich bis nahe an die Streckgrenze belasten, ohne fürchten zu müssen, daß die Formänderung unter dieser Last im Laufe der Zeit zunimmt, wie man es etwa an den Holzbalken alter Häuser beobachtet. Wie weit diese günstigen Erfahrungen bei Stahl auf andre Metalle und besonders auch auf höhere Temperaturen, wie sie im Kessel- und Apparatebetrieb vorkommen, übertragen werden dürfen, wird durch die Forschungen von Körber und Welter bis zu gewissem Grade geklärt.

Körber legt den Begriff der

Dauerstandfestigkeit

eines Werkstoffes bei gegebener Temperatur als die größte Beanspruchung fest, bei der — abgesehen von der anfänglichen elastischen und vielleicht auch einer bleibenden Verformung geringen Betrages — im Laufe noch so langer Zeit keine weitere Verformung eintritt. Die Ermittlung der Dauerstandfestigkeit erfordert Versuche über Wochen, Monate oder sogar Jahre.

Im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, sind solche Versuche an Stahl bei erhöhten Temperaturen, besonders im Bereich von etwa 300 bis 500 °, ausgeführt worden, nachdem sich gezeigt hatte, daß der Warmzerreißversuch gewöhnlicher Art keinen Rückschluß auf die Dauerstandfestigkeit bei erhöhter Prüftemperatur zuläßt. Die Dauerstandfestigkeit einer Reihe verschiedener Stahlsorten hat sich bei 300 ° zu etwa 9 bis 24 kg/mm² erwiesen, bei 500 ° zu etwas weniger als die Hälfte hiervon. Diese Werte mögen manchem überraschend niedrig erscheinen, da doch die Zugfestigkeit von Stahl bei 300 ° kaum geringer als bei Raumtemperatur gefunden wird.

Solche Dauerversuche können nur in Forschungsstätten, aber nicht in den Betriebslaboratorien der Werke ausgeführt werden. Es ist daher wichtig, daß auch ein abgekürztes Verfahren zur Bestimmung der Dauerstandfestigkeit gefunden worden ist, das bereits in einem Arbeitstage mit guter Annäherung zum Ziel führt[3]). Bei der Grenzbelastung der Dauerstandfestigkeit fließt nämlich der Stahl mit einer gewissen, sehr geringen Dehnungsgeschwindigkeit erst einige Stunden, bis er endlich zur Ruhe kommt. Diese kennzeichnende Geschwindigkeit ist zu 0,001 vH/h auf Grund von größeren Beobachtungsreihen ermittelt worden, kann also nur mit Feinmeßgeräten bei sorgfältigem Einhalten der Last und Temperatur auf dauernd gleicher Größe genau genug gemessen werden.

Dauerstandversuche an Nichteisenmetallen

hat Welter[4]) im Forschungslaboratorium der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., in großer Zahl und zum Teil über mehrere Jahre ausgedehnt ausgeführt und noch im Gang. Bei Messing und vergütetem Aluminium scheint die Dauerstandfestigkeit mit der konventionellen Elastizitätsgrenze zusammenzufallen, die bekanntlich durch eine bleibende Dehnung von 0,001 vH gekennzeichnet ist. Bei geglühtem Aluminium und Kupfer, ferner bei Magnesiumlegierungen (Elektron) liegt die Dauerstandfestigkeit jedenfalls noch niedriger und dürfte bei Zinn, Zink und Blei geradezu null sein, was mit der niedrigen Rekristallisationstemperatur dieser Metalle zusammenhängt.

Von einer Ermüdung der Werkstoffe unter ruhender Belastung und gleichbleibender Temperatur kann man insofern kaum sprechen, als ein Überschreiten der Dauerstandfestigkeit bereits nach kurzer Zeit bei Feinbeobachtung nachgewiesen werden kann und Überraschungen durch später stärkeres Fließen nach anfänglicher Ruhe kaum mehr zu befürchten sind. Nur wenn durch Korrosion oder (vorübergehende) Temperaturerhöhungen das Gefüge geändert wird, sind Erscheinungen möglich, die wie Ermüdungen aussehen.

---

[2]) Sonderdrucke des Heftes, die unter Gewährung von Geldmitteln des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit hergestellt sind, können von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zum Preise von je 2 ℳ bezogen werden.

[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1034.

[4]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 649 u. f.

Wesentlich verschieden von der ruhenden Beanspruchung wirken die zwischen Zug- und Druckspannung gleicher Größe

wechselnden Biegebeanspruchungen bei Schwingungsversuchen,

wie sie an Stahl und Nichteisenmetallen von Czochralski und Henkel im Frankfurter Forschungslaboratorium mittels der Umlaufbiegemaschine von Schenck in größerer Zahl ausgeführt worden sind. Diese Maschine arbeitet in der bereits von Woehler angewandten Weise, jedoch der neueren Technik entsprechend genauer und schneller. Die Ermüdungsgrenze selbst kann mit Sicherheit nur aus einer Reihe von Versuchen an verschiedenen Probestäben des gleichen Werkstoffs in der Weise ermittelt werden, daß die Umlaufzahl bis zum Bruch in Abhängigkeit von der angewandten Wechselspannung logarithmisch aufgetragen und so jener Punkt ermittelt wird, bis zu dem ein (logarithmisch) lineares Gesetz gilt. Versuche mit etwas geringerer Wechselspannung müssen dann unverhältnismäßig größere oder unbegrenzt große Umlaufzahlen bis zum Bruch ergeben. Erst im letzteren Fall erhält man einen sicheren unteren Grenzwert für die Ermüdungsgrenze. Erfahrungsgemäß kann eine nur wenig größere Wechselspannung von manchen Werkstoffen, z. B. Stahl, mehrere Millionen mal, aber nicht öfter ertragen werden, so daß bei diesen Stoffen eine zehn Millionen mal ertragene Wechselspannung höchstens gleich der Ermüdungsgrenze sein kann und späteren Bruch bei fortgesetzten Umläufen unter gleicher Last nicht mehr befürchten läßt. Bei welchen Werkstoffen aber eine solche Zehnmillionengrenze angenommen werden darf, ist noch wenig erforscht. Monel-Metall z. B. brach noch nach 900 Millionen Umläufen unter recht geringer Wechselspannung. Da solche Versuche Monate oder Jahre zur Durchführung beanspruchen, können sie nur in Forschungsanstalten, und auch dort nur in geringer Zahl ausgeführt werden, zum Glück gibt es aber abgekürzte Verfahren, die erheblich schneller zum Ziele führen, unter Umständen schon im Bruchteil einer Stunde.

Lange Zeit hindurch war es rätselhaft geblieben, welche inneren Veränderungen im Werkstoff mit dem Wort Ermüdung erfaßt wurden. Martens hatte vergeblich eine Veränderung des Gefüges im Mikroskop festzustellen versucht. Ludwik[5]) dagegen konnte immerhin schon Gleitflächen in einzelnen Kristallen nachweisen, die eine beginnende Zermürbung des Gefüges einleiteten. Veränderungen über den ganzen Querschnitt konnten wohl zuerst Müller und Leber[6]) mit Hilfe der Fryschen Ätzung nachweisen, etwa gleichzeitig mit ihnen auch E. H. Schulz[7]).

Czochralski und Henkel suchen dagegen den Einfluß häufig wiederholter Wechselbeanspruchung auf die beim statischen Zugversuch ermittelten Werte zu erforschen. Zunächst zeigt sich, daß weichgeglühte Metalle wie Reinaluminium (99,5 vH) und Kupfer, die eine sehr niedrige Proportionalitätsgrenze bei statischer Belastung zeigen, durch die Wechselbeanspruchung in ihren elastischen Eigenschaften verbessert werden. Dies kommt auf der Schenckschen Maschine durch ziemlich weitgehende Proportionalität zwischen Durchbiegung und Belastung oder Randspannung zum Ausdruck, wenn die Beanspruchungen beim Schwingungsversuch langsam gesteigert werden. Bei andern Versuchen wurden eine Reihe Probestäbe aus dem gleichen Werkstoff einer größeren Zahl von Umläufen (0,1 bis 10 Millionen) unter Wechselspannung verschiedener Größe unterworfen und dann zerrissen. Hierbei wurde außer der 0,2-Grenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung auch die Elastizitätsgrenze gemessen, die durch eine bleibende Dehnung von 0,001 und 0,02 vH gekennzeichnet ist.

Während die Zugfestigkeit sowohl der geglühten als auch der durch Kaltreckung verfestigten Metalle gar nicht oder nur sehr wenig gehoben wird, fällt die Bruchdehnung ein klein wenig nach zunehmender Wechselbeanspruchung. Sehr merklich dagegen werden bei geglühtem Aluminium und Kupfer die Elastizitätsgrenzen $\sigma_{E\,(0{,}02)}$ und $\sigma_{E\,(0{,}001)}$ sowie die 0,2-Grenze mit der Wechselspannung gehoben, so daß die 0,2-Grenze stets oberhalb der vorher aufgebrachten Wechselspannung bleibt. Selbst bei geglühtem Stahl, der wohl infolge seiner im Vergleich zu andern Metallen von vornherein hohen Elastizitätsgrenze und Streckgrenze durch die umlaufende Wechselspannung nur wenig beeinflußt wird, wird die 0,2-Grenze fast bis zur höchsten Wechselspannung gehoben, die nach 1,5 Millionen Umläufen zum Bruch führte. Bei den hartgezogenen Metallen, deren 0,2-Grenze zu Beginn der Umlaufversuche bereits wesentlich höher lag als die höchsten angewandten Wechselspannungen, blieben alle mechanischen Eigenschaften praktisch unverändert. Die Wechselspannungen sind bei diesen Versuchen bis über die Ermüdungsgrenzen hinaus gesteigert worden, wobei darauf verzichtet worden ist, den Betrag der Ermüdungsfestigkeit in enge Grenzen einzuschließen. Aus den Veränderungen der mechanischen Eigenschaften beim statischen Versuch dürfte die genaue Lage der Ermüdungsgrenze auch nicht zu erkennen sein.

Als sehr wesentlich für die Ausbildung des Dauerbruchs hat sich hierbei, wie schon frühzeitig erkannt wurde, die Oberflächenbeschaffenheit erwiesen; denn die Bruchflächen gingen stets von den winzigen Schmirgelriefen aus. Je nach der Schmirgelrichtung verliefen auch die Brüche und Zerklüftungen der Oberfläche in Schraubenlinien unter annähernd 45° zur Stabachse oder quer zur Achse. Nur bei den parallel zur Achse geschmirgelten Proben folgen die Bruchlinien nicht den kleinen Riefen glatt, sondern nur annähernd in Zickzackform. Die Hauptspannungen, also reiner Zug und Druck, erreichen ihre höchsten Werte auf der ganzen Zylinderoberfläche. Deshalb gehen auch die Anrisse und Brüche, sofern sie nicht von einem inneren Fehler veranlaßt werden, von der Oberfläche aus — ganz im Gegensatz zum Bruch beim statischen Zugversuch — und verlaufen in Richtung der ersten, den Anriß einleitenden Störung. Wird der Ermüdungsversuch noch rechtzeitig vor dem Bruch beendet und der Probestab auf der Zerreißmaschine gereckt, so verteilt sich die Beanspruchung zunächst fast gleichmäßig über den Querschnitt auf bisher geschonte Gefügeteile, nachher sogar überwiegend auf den vorher unbeanspruchten Mittelteil, so daß noch eine erhebliche Bruchdehnung zustandekommt.

Die Ermüdung kann also auf diese Weise nur undeutlich oder auch gar nicht erkannt werden. Auch die Verfestigung, die bei weichgeglühten Werkstoffen sehr deutlich in Erscheinung tritt, kann als solche noch keineswegs als Zeichen beginnender Ermüdung aufgefaßt werden, obwohl Czochralski dies ausspricht. Es müßte erst nachgewiesen werden, daß ein solch verfestigter Stab beim Dauerversuch eine niedrigere Ermüdungsgrenze hat als ein nicht verfestigter, was nach den bisherigen Erfahrungen nicht angenommen werden kann; im Gegenteil können die Werkstoffe durch langsame Steigerung der Wechselbeanspruchung gewissermaßen trainiert werden und haben dann eine höhere Ermüdungsgrenze als vorher.

Wenn die Beanspruchungen im Betrieb nicht so regelmäßig verlaufen und vor allem nicht so häufig wechseln wie auf der Dauerbiegemaschine, darf man den Werkstoff nicht einfach nach der Höhe seiner Ermüdungsgrenze bewerten. Müssen ausnahmsweise Beanspruchungen ertragen werden, die auf alle Fälle jenseits der Elastizitätsgrenze liegen, so ist der Werkstoff mit größerer innerer Zähigkeit und hohem Formänderungsvermögen am ehesten geeignet, den Bruch abzuwenden.

Sehr eingehend berichten W. Kuntze, G. Sachs und H. Sieglerschmidt vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung über den Zusammenhang zwischen

Elastizität, statischen Versuchen und Dauerprüfung.

Obwohl beim Dauerversuch mit reiner Wechselbeanspruchung der Bruch ohne merkliche Formänderungen eintritt und dadurch geradezu als Dauerbruch gekennzeichnet wird, ist doch zu betonen, daß nach den Beobachtungen mehrerer Forscher die Kristalle in unmittelbarer Nähe der Bruchstelle stets Spuren bleibender Verformung tragen.

Die Bemühungen von einigen Seiten, z. B. von Welter, eine Beziehung zwischen (statischer) Elastizitätsgrenze und Dauerfestigkeit nachzuweisen, leiden trotz praktischer Erfolge unter dem Zweifel, ob eine Elastizitätsgrenze im reinen Sinne des Wortes überhaupt vorhanden ist. Denn je genauer man die Elastizitätsgrenze zu erfassen sucht, desto mehr verschwindet sie. Die Ermüdungsgrenze dagegen kann nach den bisherigen Erfahrungen bei vielen und gerade den wichtigsten metallischen Werkstoffen als eine bestimmte, von null deutlich verschiedene Spannung nachgewiesen gelten, wenn auch die Anzahl der beobachteten Spannungsperioden natürlich nicht unendlich groß sein kann. Aber die Gesetzmäßigkeit zwischen Belastungszahl und Beanspruchung verläuft meist so, daß vernünftigerweise ein Bruch bei geringerer Beanspruchung als der recht scharf erkennbaren Ermüdungsgrenze trotz beliebig lange fortgesetztem Versuch nicht erwartet werden kann.

Versuche an geglühtem Kupfer lassen eine reine Elastizität vollkommen vermissen, auch bei kleiner Spannungsamplitude wird stets eine Hystereseschleife von merk-

[5]) Ludwik und Scheu, Z. Bd. 67 (1923) S. 165.
[6]) Z. 67 (1923) S. 357.
[7]) Schulz und Püngel, Mitt. d. Versuchsanstalt d. Dortmunder Union Bd. 1 (1922) Heft 2 S. 43.

lichem Flächeninhalt beschrieben. Trotzdem hält solches Kupfer einer gewissen Dauerwechselbeanspruchung stand, wobei dann die elastischen Eigenschaften wesentlich verbessert werden.

Die Beanspruchungen im Betriebe entsprechen in den seltensten Fällen entweder reiner statischer oder reiner schwingender Last von gleichbleibender Größe. Sieglerschmidt[8]) hat nun die Beanspruchung der Einzeldrähte in Drahtseilen, die über Rollen laufen, durch fortgesetzte Biegungen der Drähte mit verschieden starken Krümmungen untersucht und dabei gefunden, daß bei Biegung mit starker Krümmung wesentlich das Formänderungsvermögen (das in der Einschnürung zum Ausdruck kommt), beim Biegen in schwächerer Krümmung dagegen der Verformungswiderstand die Zahl der Biegungen bestimmt. Durch geeignete Wahl der Krümmungshalbmesser kann man den Hin- und Herbiegeversuch den tatsächlichen Beanspruchungen anpassen und als abgekürzten Dauerversuch bewerten.

Die Eigenschaften der vielkristallinen Stoffe lassen sich nur dann verstehen, wenn außer dem Einfluß der Korngrenzen und der unregelmäßigen Orientierung des Raumgitters vor allem das Verhalten des einzelnen Kristalls klarliegt. E. Schmid berichtet daher über die

Ermüdung vom Standpunkt der Vorgänge am Einkristall

auf Grund englischer Arbeiten und eigener Versuche. Obwohl diese Arbeit kaum unmittelbare Verwertung für die Praxis gestattet, ist sie von desto höherem Erkenntniswert. Auch die Einkristalle verfestigen sich, aber in verschiedenem Maß bezüglich Zugfestigkeit und Reißfestigkeit. Bei den Versuchen an Zink war ein starker Einfluß der Zeit zu bemerken, da nicht nur die Art des Bruches von der Belastungsgeschwindigkeit sich als abhängig erwies, sondern auch eine starke Veränderung der mechanischen Eigenschaften während einer Ruhepause nach der Beanspruchung zu beobachten war, die geradezu als Erholung anzusprechen ist. Die Verformungen, die Einkristalle nach den Versuchen von Schmid mehrere hunderttausendmal ertragen, sind unvergleichlich größer, als die sonst bei Dauerversuchen an Vielkristallen vorkommenden Formänderungen.

Unmittelbar auf die praktische Anwendung zielen die Versuche von Lehr in Darmstadt über die

Oberflächenempfindlichkeit und innere Arbeitsaufnahme der Werkstoffe bei Schwingungsbeanspruchung.

Lehr gibt eine Fülle von Versuchsunterlagen, die wichtige Schlüsse zu ziehen gestatten, selbst wenn man ihre Zahl für eine Verallgemeinerung noch nicht für ausreichend hält. Mit Hilfe der Dauerbiege- und Dauerdrillings-Versuchsmaschinen nach dem Woehlerschen Prinzip können auf abgekürztem Wege die Ermüdungsgrenzen in kurzer Zeit annähernd ermittelt oder jedenfalls in bestimmte Grenzen eingeschlossen werden. Mehrere zur Beobachtung bequem geeignete Meßgrößen können unabhängig voneinander in ihrer Abhängigkeit von der Wechselspannung aufgetragen werden und lassen dann erstens eine Grenze der linearen Gesetzmäßigkeit und zweitens den Schnittpunkt der Tangente an die fortgesetzte Kurve mit der Spannungsachse deutlich erkennen. Je nach der besonderen Art des Werkstoffes liegt dann die durch fortgesetzten Dauerversuch ermittelte Ermüdungskraft zwischen diesen beiden Punkten entweder näher dem einen oder dem andern.

Die für ein abgekürztes Verfahren geeigneten Meßgrößen können sein: die elektrisch gemessene Leistungsabgabe des Antriebmotors, das auf einer Leistungswage gemessene Antriebmoment, die Durchbiegung des Probestabes in senkrechter und in wagerechter Richtung, die Temperaturerhöhung innerhalb einer abgestoppten Versuchszeit von Beginn der Belastung an, die stationäre Temperatur, die an ein Kühlmittel abgegebene Wärme oder schließlich — bei Verdrillungsversuchen — die Größe der Hysteresisschleife. Wenn vereinzelt ein Ermüdungsbruch bei einer Beanspruchung noch innerhalb des linearen Bereichs beobachtet worden ist, so mögen vielleicht örtliche Fehlstellen im Innern oder an der Oberfläche als Ursache zum vorzeitigen Bruch gelten können.

Die Tatsache, daß manche Werkstoffe über die lineare Gesetzmäßigkeit hinaus auf die Dauer beansprucht werden können, ist einer der Beweise für die Fähigkeit des Gefüges, erhebliche Arbeitsmengen in nicht umkehrbarer Weise, d. h. hier Verschiebungen oder Gleitungen innerhalb der Kristalle bis zu einem gewissen Grade ohne jeden Schaden zu ertragen. Dies zeigt auch, wie eine zeitweise ausgeübte Überbelastung zu Zermürbungen des Gefüges führt, die jedoch durch Wechselbeanspruchungen unterhalb der Ermüdungsgrenze z. T. wieder ausgeheilt werden können.

Die Ermüdungsgrenze bei Schwingungen mit überlagerter Vorspannung hatte Gerber auf Grund der Versuche von Woehler durch eine Parabel über der Vorspannung dargestellt. Wenn Lehr statt dessen ein Geradliniengesetz annimmt, erscheint dies zwar stark schematisiert, doch mögen die Abweichungen von der genauen Kurve nicht allzu groß sein, und die Gerade entspricht den Anforderungen der Konstrukteure jedenfalls weit genauer, als die bisherigen Annahmen über den zu wählenden Sicherheitsgrad.

Viel wesentlicher ist jedenfalls der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf die Ermüdungsgrenze. Werden die Probestäbe nicht nur, wie üblich, fein geschliffen, sondern auch poliert, so steigt die Ermüdungsgrenze oft merklich, sogar je nach dem Grade des Polierens verschieden. Umgekehrt wird bei rauher Oberfläche die Ermüdungsgrenze stark beeinträchtigt. Um diesen Einfluß genauer zu erfassen, hat Lehr eine Reihe von Probestäben durch ein Gewinde von 0,2 mm Tiefe und 1 mm Ganghöhe verletzt. Nur bei einigen Si-Mn-Stählen blieb trotzdem die ursprüngliche Dauerfestigkeit erhalten, während sie bei Stählen mit höherem Si-Gehalt und bei Cr-Ni-Stählen bis zu 36 vH zurückging. Besonders die vergüteten Stähle sind gegen Oberflächenverletzung empfindlich.

Die schon oft angeschnittene Frage nach der Abhängigkeit der Ermüdungsgrenze von der Frequenz der Beanspruchungen kann zwar noch nicht endgültig beantwortet werden, jedoch läßt sich immerhin schon erkennen, daß bei den wichtigsten Konstruktionsstoffen, wenigstens im Bereich der höchsten in der Technik bisher vorkommenden Frequenzen, kein Sinken der Ermüdungsgrenze zu erwarten ist. Ob die Ermüdungsgrenze bei sehr großen Frequenzen steigt, muß noch dahingestellt bleiben.

Die Dauerbruchtagung hat nicht nur die bisher gewonnenen Erkenntnisse über die sogenannten Ermüdungserscheinungen der Metalle in weite Kreise getragen; sie hat vor allem bei den maßgebenden Stellen die Überzeugung gestärkt oder geweckt, daß die Versuche von Woehler nach einer Unterbrechung von einem halben Jahrhundert endlich mit den verbesserten Mitteln der Gegenwart an möglichst vielen Stellen mit Liebe und Fleiß weitergeführt werden müssen, damit endlich den Konstrukteuren die notwendigen Unterlagen an die Hand gegeben werden, um ohne ein Gefühl von Unsicherheit die Festigkeitseigenschaften der seit Woehlers Zeiten sicher vervollkommneten Werkstoffe bis aufs äußerste auszunutzen, nicht nur um Werkstoff zu sparen, sondern um leicht zu bauen und so die Technik auf allen Gebieten weiterzuentwickeln.

[N 1395]

Elektrische Lokomotivbeleuchtung

Die AEG baut eine Kleinlicht-Turbodynamo für elektrische Lokomotivbeleuchtung. Eine Gleichdruck-Dampfturbine mit einem Laufkranz, dem der Dampf durch Umkehrschaufeln zum zweiten Male zugeführt wird, ist mit dem Stromerzeuger gekuppelt. Ein unmittelbar am Laufrad angebauter Regler hält die Drehzahl von 3600 Uml./min bei den zwischen 5 und 16 at wechselnden Kesseldrücken auf gleicher Höhe. Der Gleichstromerzeuger hat gemischte Erregung, zwei Hauptpole und einen Hilfspol. Er ist gegen den Einfluß der Erschütterungen durch eine Sonderausführung der Bürsten geschützt.

Der Maschinensatz wird auf der Rauchkammer oder auf dem Umlaufblech aufgestellt und mittels eines Handrades vom Führerstand aus bedient. Der Dampfverbrauch soll bei Volllast 57 kg/h betragen, die Dauerleistung 0,5 kW bei 24 oder 32 V. (ETZ Bd. 49 (1928) Heft 11 S. 439). [N 1508] Ro.

[8]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 517.

RUNDSCHAU

Werkstoffbearbeitung

Betriebstechnische Tagung Leipzig 1928

Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB) und der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) haben, wie alljährlich, aus Anlaß der Technischen Messe in Leipzig eine Betriebstechnische Tagung veranstaltet. Sie wurde in diesem Jahre erstmalig in die zweite Messewoche verlegt, und es wäre wohl allgemein zu wünschen, daß die Ingenieure für ihren Besuch der Leipziger Messe die zweite Woche wählen.

Der Ingenieur fährt nach Leipzig, um sich über neue Maschinen und Verfahren zu unterrichten und seinen Gesichtskreis zu erweitern. Dieses Ziel wird er viel leichter erreichen, wenn die Unrast der Mustermesse vorbei ist, und so soll die Betriebstechnische Tagung auch in Zukunft zu Anfang der zweiten Messewoche stattfinden. Notwendig aber ist dreierlei, was in diesem Jahre vielleicht noch nicht ausreichend beachtet wurde: Die Zahl der Vorträge sollte möglichst beschränkt werden, die Vorträge sollten in gedrängter Kürze dem Betriebsmann Erfahrungen der Praxis vermitteln und sie sollten in enger Beziehung zu dem stehen, was die Technische Messe zeigt. Die Tagung sollte nicht eine Veranstaltung für sich sein, sondern ein Hilfsmittel zu besserem Verständnis und zu vollkommenerer Nutzung des in der Schau Gezeigten.

Drei Gegenstände wurden in diesem Jahre behandelt, und zwar am 12. März vormittags „Härtetechnik", nachmittags „Holzbearbeitung" und am 13. März „Blechbearbeitung". Die Leitung hatte am ersten Tage Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Wallichs, Aachen, am zweiten Tage Baurat Preger, Leipzig. Anwesend waren bei den einzelnen Vortragsreihen je 150 bis 200 Hörer.

Härtetechnik

In der Reihe „Härtetechnik" behandelte Dr.-Ing. Hofmann, Berlin, „Werkstoff- und Härtefragen im Werkzeugbau"[1]). Er besprach zunächst die Kohlenstoffstähle und die niedrig legierten Stähle, die man in Wasser-, Öl- und Lufthärter einteilen kann. Gründliche Kenntnis des Werkstoffs ist Voraussetzung für die Herstellung guter Werkzeuge. Wichtig ist die Formgebung, das wichtigste aber die Härtung. Grundlage für die Kenntnis der Werkstoffe ist die Gefügelehre. Man muß wissen, bei welchen Temperaturen die einzelnen Bestandteile ineinander übergehen und welchen Einfluß auf das Gefüge die verschiedenen Zusätze haben. Besondere Bedeutung hat der Kohlenstoffstahl mit Chromzusatz. Entscheidend bei der Wahl des Stoffes ist, ob vom Werkzeug große Maßbeständigkeit oder gute Schneidleistung verlangt wird. Wichtig ist, den Stahl langsam vorzuwärmen, ihn schnell auf Härtetemperatur zu bringen und so schnell abzuschrecken, daß das Gefüge keine Zeit hat, sich in den früheren Zustand zurückzuverwandeln. Am schnellsten wirkt beim Abschrecken Wasser mit Säurezusatz, dann folgen, nach der Wirkung geordnet, reines Wasser, Kalkmilch, Mineralöl, Rüböl, Talg, Luft. Von großem Einfluß beim Abkühlen ist der Querschnitt des Werkzeuges. An einer Reihe von Beispielen mit Lichtbildern wurden die beim Härten vorkommenden Fehler gezeigt und Mittel zur Vermeidung angegeben. Besprochen wurde die Änderung des Rauminhaltes, die Rißbildung und das Verziehen. Größte Vorsicht ist beim Anlassen geboten; empfohlen wurde im Mittel das Anlassen auf 1200 ° während 100 Stunden.

Der Vortragende ging dann zu den Schnellstählen [1a]) über, deren wesentlichstes Merkmal die hohe Anlaßwärme ist. Ihr Anwendungsgebiet wird täglich größer. Die Härtebildner bei ihnen sind die Wolfram-Doppelkarbide, die erst bei 1200 bis 1300 ° in Lösung gehen; daher rührt die hohe Härtetemperatur. Wolfram wird aber nur wirksam in Verbindung mit Kohlenstoff und Chrom. Die Warmbehandlung beim Schmieden und Walzen muß sehr sorgfältig vorgenommen werden. Der Einfluß der einzelnen Zusätze auf den Stahl wurde eingehend behandelt, im Lichtbild wurde ein Verzeichnis der zur Zeit in deutschen Werken hergestellten Schnellstähle mit Eigenschaften und Verwendungszweck vorgeführt. Die Härtung soll, im Gegensatz zu der des Kohlenstoffstahles, bei möglichst hoher Temperatur erfolgen. Gute Ergebnisse werden im elektrischen Salzbadofen erzielt, bei dem durch Zusatz von Borax das Entstehen einer weichen Außenschicht verhütet wird. Anlassen bei etwa 600 ° gibt dem Schnellstahl günstigste Schnittleistung.

Der Vortragende gab dem Wunsch Ausdruck, daß es gelingen möge, einen Stahl zu schaffen, der mit den Schneidleistungen der neuzeitlichen Schneidmetalle die Warmformbarkeit der Hochleistungsschnellstähle verbindet.

In der Aussprache machte Rohde, Berlin, auf das von Dr. Weber empfohlene Verfahren künstlicher Alterung im Wechselbad, d. h. durch abwechselndes Einlegen des Werkzeuges in Wasser von 0 ° und 100 °, aufmerksam. Die günstige Wirkung von Borax zum Vermeiden von weicher Außenhaut zweifelte Rohde an. Er hielt häufigen Ersatz gebrauchter Bäder für notwendig.

Schallbroch, Aachen, erwähnte, daß in der Versuchsanstalt der Technischen Hochschule Aachen Versuche mit einem Rockwell-Härteprüfer mit Diamantspitze im Gange wären.

Betriebsdir. Dolt, Friedrichshafen, sprach über „das Härteproblem im Kraftfahrzeug-Getriebebau". Während Amerika mit Erfolg Vergütungsstähle verwendet, kann der deutsche Kraftfahrzeugbau Einsatzstähle nicht entbehren, da er bei den durchweg schwächeren und schneller laufenden Motoren Zahnräder mit harten Oberflächen haben muß. Besondere Schwierigkeiten bieten die Einsatzstähle infolge ihrer Neigung zum Verziehen und der zeitraubenden Warmbehandlung. Für die Zahnräder sind nur gut durchgeschmiedete Preßstücke zu verwenden, wobei Stücke mit mehr als 80 kg/mm² Festigkeit — aus der Brinellhärte abgeleitet — zurückzuweisen sind. Bohrungen werden geräumt. Für das Einsetzen verwendet man Kasten aus Nichromguß, die etwa 100 Einsätze aushalten[2]), als Härtepulver Holzkohle mit Barium-Karbonat. Wichtig ist häufige Prüfung mit Einsatzprobestäben. Nach dem Einsetzen erfolgt ein Zwischenglühen, worauf man schwierige Stücke auf Verziehen zu prüfen hat. Nach der Härtung aus Temperaturen von 780 ° bis 800 ° wird jedes Stück mit dem Rockwell-Prüfer untersucht. Neuerdings werden ununterbrochen arbeitende Einsatzöfen vielfach verwandt, bei denen die sonst auftretenden starken Temperaturschwankungen beim Ein- und Ausfahren des Härtegutes vermieden werden.

Wesentlich einfacher als bei den Einsatzstählen ist die Warmbehandlung bei den Vergütungsstählen. Wichtig ist bei diesen nur das genaue Einhalten der vorgeschriebenen Härte- und Anlaßtemperaturen. Mit Erfolg verwendet man neuerdings das elektrische Haltepunktverfahren. Bei diesem wird Beginn, Verlauf und Beendigung der Gefügeumwandlung an den Temperatur-Zeit-Kurven der selbstaufzeichnenden Instrumente erkannt. Besondere Sorgfalt erfordert das Anlassen der Vergütungsstähle, das so durchzuführen ist, daß die nötige Zähigkeit mit möglichst geringen Opfern an Härte und Zugfestigkeit erreicht wird. Mit Vorteil werden auch hier elektrische Öfen angewendet. Die wesentlich leichtere Behandlung des Vergütungsstahles legt den Wunsch nach weiterer Steigerung seiner Eigenschaften nahe, damit er den Einsatzstahl ersetzen kann[3]).

Auf Anfrage aus dem Hörerkreise gab der Vortragende zum Schluß bekannt, daß er das Haltepunkt-Härteverfahren einstweilen nur bei Vergütungsstahl erprobt habe, daß es sich aber nach Angabe der Patentinhaberin auch für Einsatzstähle eigne.

Blechbearbeitung

Dir. Dr. Markau, Berlin, sprach über „Die Güte der Bleche für Massenfertigung" und knüpfte hierbei an die Vorträge der Werkstofftagung Berlin 1927 an. Enge Zusammenarbeit zwischen den Herstellern und der blechverarbeitenden Industrie ist notwendig, auch kleinere und mittlere Werke müssen unbedingt die auf der Werkstoffschau gezeigten Prüfverfahren kennenlernen und anwenden. Schwierigkeiten entstehen bei der blechverarbeitenden Industrie überall dort, wo die Rücksicht auf den Preis eine Vereinfachung der Arbeitsgänge verlangt, wenn beispielsweise heute mit einem Ziehvorgang das erreicht werden soll, was früher mit vier bis fünf Ziehvorgängen mit Zwischenglühen erzielt wurde. Heute ist es vielfach nicht mehr möglich, eine blanke Oberfläche durch Scheuern, Grob- und Feinschleifen zu erhalten. Das Blech muß so beschaffen sein, daß es auch ohnedies nach dem Ziehen blank bleibt. Richtig angewandte Prüfverfahren müssen dem Betriebsleiter vor Beginn der Bearbeitung die Sicherheit geben, daß der Werkstoff die Bearbeitung aushält.

[1]) s. auch Z. Bd. 72 (1928) Heft 8 S. 259.
[1a]) Vergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 269.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1478.
[3]) Vergl. auch Z. Bd. 72 (1928) S. 259.

Zu prüfen sind zunächst die Abmessungen der Blechtafeln und die Blechdicke. Die Dinormen lassen zu weiten Spielraum, da sie offenbar auf die inzwischen noch verfeinerten Werkzeuge nicht abgestellt sind. Die Toleranzen müssen unbedingt eingeengt werden.

Allgemein eingeführt und mit gutem Erfolge angewandt ist die Erichsen-Tiefziehprüfung. Sie soll aber nicht nur benutzt werden zur Feststellung der Tiefziehfähigkeit, sondern gleichzeitig zur Beurteilung des Kornes und der Rißlage. Erwünscht ist ein Metallmikroskop mit photographischer Einrichtung zur Untersuchung des Kohlenstoffgehaltes und der Schlackeneinschlüsse. An Beispielen aus der Massenfertigung wurde gezeigt, daß Fehler, die durch die Prüfung am Werkstoff festgestellt waren, bei der Weiterverarbeitung die erwarteten Fehlschläge ergaben. Risse, Blasen, verbrannter Werkstoff, mangelnde Tiefziehfähigkeit, grobes Korn ergeben Ausschußstücke. Weiter wurde nachgewiesen, wie man durch planmäßige Stichproben gute und schlechte Blechsendungen erkennen kann. Ein Muster eines Prüfungsprotokolls wurde gezeigt und darauf hingewiesen, daß eine derartige vorherige Untersuchung des gelieferten Bleches

1. die Sicherheit gibt, daß das Blech zur Verarbeitung geeignet ist, und
2. Unterlagen schafft für fruchtbringende Verhandlungen mit dem Hersteller des Bleches.

In der Aussprache teilte Menzel, Prag, mit, daß er beim Erichsenversuch rd. 30 vH Fehlergebnisse erzielt hätte. Er führt dies darauf zurück, daß die Ziehgeschwindigkeit bei dieser Prüfung nicht erfaßt wird, und benutzt zu ihrer Ergänzung die Zerreißmaschine, vor allem, um das Verhältnis der Streck- zur Bruchgrenze zu ermitteln.

Müller, Berlin, hält die Erichsenprüfung für gut, sofern man neben der Tiefziehfähigkeit auch das Korn prüft. Daneben kommt es jedoch nach seiner Ansicht auch auf das Werkzeug an, mit dem man arbeitet. In vielen Fällen genügt der Biegeversuch; um Meinungsverschiedenheiten mit dem Hersteller über grobes, mittleres und feines Korn auszuschalten, schlug er vor, Tiefziehproben mit verschiedenem Korn dem Hersteller einzusenden und hiernach die Bestellung aufzugeben. Wichtig ist auch, daß der Fachmann des Herstellers Gelegenheit hat, mit dem Fachmann des Käufers unmittelbar zu verhandeln.

Anschließend trug Reichsbahnoberrat Ottersbach, Berlin, über „Bekleidungsbleche im Fahrzeugbau, Ansprüche und Eigenschaften“ vor, wobei er sich beschränkte auf Eisenbahn-, Straßenbahn- und Kraftwagen. Während man früher gewöhnliches Handelsblech für Eisenbahnfahrzeuge verwandte, geht man jetzt mehr und mehr dazu über, kaltgewalztes Außenhautblech zu nehmen, obwohl der Preis etwa das Doppelte beträgt. Da aber beim kaltgewalzten Blech das Spachteln wegfallen kann, werden von 24 Arbeitstagen 13 gespart. Die Nachrechnung ergibt, daß beispielsweise das Verkleiden der Stirnwandtür eines D-Zugwagens mit gewöhnlichem Handelsblech 40,79 ℳ kostet, mit kaltgewalztem Bekleidungsblech nur 24,93 ℳ. Wichtig ist, daß die Bekleidungsbleche eine bestimmte chemische Zusammensetzung haben. Zu achten ist auf Risse, Blasen, Lunker und Schlackeneinschlüsse. Zur Prüfung dient auch hier der Erichsenapparat; daneben wird der Faltversuch vorgeschrieben. Von besondrer Bedeutung für einwandfreie Lackierung ist die Beschaffenheit der Oberfläche. An Bildern wurden Fehler besprochen und Gefüge von guten und schlechten Blechen gezeigt. Dann wurde der Herstellungsgang von gewöhnlichem und kaltgewalztem Bekleidungsblech erörtert. Hierbei wurde der Vorschlag gemacht, die Bezeichnung „Kaltwalzen“ nur dann anzuwenden, wenn das Walzgut nicht erwärmt wird, dagegen beim Warmwalzen zu unterscheiden zwischen „Kühlwalzen“ und „Heißwalzen“ (bisher Kalt- und Warmwalzen genannt) je nachdem, ob Walzenzapfen und Walzenballen gekühlt werden oder nicht.

Verschiedene Kaltwalzgerüste und ihre grundsätzliche Anordnung wurden an Beispielen erläutert.

In der Aussprache machte Westermann, Halle, Mitteilungen über seine Erfahrungen mit kaltgewalzten Blechen im Karosseriebau, die er seit Jahren mit Erfolg verwendet. Notwendig ist, daß sie einwandfrei gerichtet sind, eine glatte Oberfläche haben und diese auch nach dem Ziehen beibehalten. Neben dem Erichsenversuch hat er einen besonderen Ziehversuch mit eigens dazu gebautem Werkzeug eingeführt. Wenn man zu guten Ergebnissen kommen will, darf man nicht zu oft den Lieferer wechseln und muß die Bleche sorgfältig lagern und befördern, da sie sonst leicht die glatte Oberfläche verlieren. Bei einem Kostenvergleich zwischen Handelsblech und kaltgewalztem Blech ist besonders das für ersteres notwendige Sandstrahlgebläse in die Rechnung richtig einzusetzen, da es sehr hohe Unkostenzuschüsse erfordert. Schweißnähte sind mit großer Sorgfalt auszuführen und mit einer Handschleifmaschine zu behandeln. Zu verlangen ist, daß das Blechwalzwerk zu den Verhandlungen mit dem Abnehmer Fachleute entsendet.

Klein, Siegen, bat, nicht von kaltgewalzten Blechen zu sprechen, sondern von Außenhautblechen. In Amerika werden nur warmgewalzte Bekleidungsbleche verwandt, und niemand fragt nach dem Herstellungsgang. Die Glätte der Oberfläche wird stets durch Kaltverformung erzielt, jedoch ist nicht notwendig, daß hierbei die Dicke um 33⅓ vH verringert wird, sondern es genügt eine Dickenverminderung um 1 bis höchstens 2,5 vH.

Füchsel, Berlin, glaubt, daß die Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Verbraucher doch schon oft sehr erfreuliche Ergebnisse gezeitigt hat. Die metallographische Prüfung ist nach seiner Meinung zur Ausbildung der Liefervorschriften nicht zu entbehren. Zur Erichsenprüfung machte er den Vorschlag, für die Risse folgendes festzulegen: „Risse dürfen nur in konzentrischen Kreisen auftreten“. Hiermit würden Werkstoffe mit Zeilenstruktur ausgeschlossen. Die Handschleifmaschine darf nur mit einer Topfscheibe arbeiten, damit hohe Wärmeentwicklung vermieden wird.

Klein, Siegen, teilte mit, daß in Amerika bisher nur Bandstahl kalt gewalzt wird und alle Versuche, das Kaltwalzen auf Bleche auszudehnen, fehlgeschlagen sind.

Holzbearbeitung

Über Fragen aus dem Gebiet der Holzbearbeitung wurde schon in der Fachgruppensitzung „Betriebstechnik“ bei der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Mannheim-Heidelberg im Mai 1927 berichtet[4]), und es scheint dringend erwünscht, daß der Ingenieur sich mehr als bislang mit diesem wichtigen Gebiete befaßt.

Die dritte Reihe der Leipziger Vorträge war daher der Holzbearbeitung gewidmet. Dr.-Ing. Beck, München, behandelte „Aufgaben des Holzbearbeitungs-Maschinenbaues“[5]). Die Konstrukteure für Holzbearbeitungsmaschinen haben ungleich schwierigere Aufgaben als die Konstrukteure von Maschinen für die Metallbearbeitung. Während diese im wesentlichen geliefert werden für die Maschinenindustrie, die in klarer und bestimmter Form ihre Aufgaben stellt, kann die Holzindustrie, da es ihr an technischen Sachverständigen oft fehlt, nicht in der gleichen Weise Vorschläge für die Konstruktionen machen. Die Holzindustrie ist vielfach aus der handwerklichen Form kaum herausgewachsen; die Betriebe sind meist klein und kapitalschwach. Alle diese Umstände wirken zusammen dahin, daß der Holzbearbeitungs-Maschinenbau vielfach noch vorwärts„tasten“ muß.

Auf verschiedene Weise hat man versucht, dem Holzhandwerk zu helfen, einmal durch Bau von Universalmaschinen, die auch einem kleinen Betrieb ermöglichen, die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen; dann wieder, indem man die Maschinen der Großindustrie, verkleinert, zu niedrigerem Preise herstellt; und endlich hat man mechanisch angetriebene Handwerkzeuge gebaut. In diesen drei Möglichkeiten steckt wohl ein gesunder Kern, aber es bleiben noch Aufgaben in großer Zahl übrig, die der Konstrukteur zu lösen hat.

Bei der Betrachtung der Fortschritte im Bau von Maschinen für die Großindustrie fällt besonders die schnelle Einführung der Einzelantriebe auf. Auf dem Weg über den Anbaumotor ist man zum Einbaumotor gelangt und hat so die Maschinen freigemacht von dem Antriebwellenstrang, der in allen Holzbearbeitungs-Werkstätten unerwünscht ist. Erst der Einzelantrieb macht die Aufstellung der Holzbearbeitungsmaschinen dem Arbeitsgang entsprechend möglich. Mit den bislang vorhandenen Motoren lassen sich aber häufig noch nicht die geeignetsten Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten für jede Holzart einstellen. Hier werden die elektrische Drehzahlreglung oder stufenlose Getriebe Abhilfe schaffen.

An anschaulichen Beispielen erläuterte der Vortragende, wie sich auf dem angedeuteten Wege die Maschinen für die Holzbearbeitung in den letzten Jahren vervollkommnet haben und in welcher Richtung der weitere Fortschritt gehen muß.

In der Aussprache wies Schlomann, Berlin, auf die Notwendigkeit hin, über den Werkstoff „Holz“ in einer ähnlichen Veranstaltung Aufschluß zu geben, wie die Werkstofftagung und -schau es über die Metalle getan hat. Er gab weiter seinem Bedauern darüber Ausdruck, daß über die Technologie des Holzes auf den Technischen Hochschulen allzuwenig mitgeteilt wird.

[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 764 u. 797.
[5]) Z. Bd. 72 (1928) Heft 8 S. 265.

Prof. Freund, Leipzig, bemängelte, daß so wenig über wissenschaftliche Untersuchungen an Holz bekannt würde und offenbar auch die Versuchseinrichtungen nicht genügend ausgebaut wären.

Prof. Sachsenberg, Dresden, gab Kenntnis von den bei seinem Lehrstuhl an der Technischen Hochschule seit sechs Jahren geleisteten Arbeiten und stellte fest, daß die Holzindustrie davon leider nicht genügend Kenntnis nehme.

Als letzter sprach Obering. Voigt, Berlin, über „Sperrholz und seine Anwendungsmöglichkeiten". Bei der Einführung des Sperrholzes waren in Deutschland starke Hindernisse zu überwinden, da man gegen die fabrikmäßige Herstellung in vielen Industriezweigen Bedenken hatte. Die Entwicklung der letzten Jahre hat indessen dahin geführt, daß heute Deutschland unter den Sperrholz herstellenden Ländern an zweiter Stelle steht. Grundlage für diesen Erfolg waren eingehende Untersuchungen über die Eigenschaften des Holzes und der Klebemittel sowie die Durcharbeitung von geeigneten Herstellungsverfahren[6]). Das Anwendungsgebiet des Sperrholzes ist außerordentlich groß geworden. Bedauerlich ist, daß die deutschen Eisenbahnen noch nicht in dem wünschenswerten Umfange Sperrholz verwenden. In ausgedehntem Maße wird es dagegen im Schiffbau angewandt, wo es sich durchaus bewährt.

Eine Reihe von Lichtbildern zeigte eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten, besonders aus dem Schiffbau.

In der Aussprache wurde über den hohen Preis des Sperrholzes gesprochen, der einer vermehrten Anwendung hindernd im Wege stände, wogegen von seiten der Sperrholzerzeuger mit Recht darauf hingewiesen wurde, daß es wichtiger sei, auf Güte zu sehen als auf Billigkeit. [N 1455]

Berlin Kothe

[6]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 978.

Aus dem Ausland

Rohstoffe

Ölfernleitungen in Kalifornien

Von den in letzter Zeit in Kalifornien fertiggestellten Fernleitungen für Öl und Gas ist die 10-Zoll-Leitung der Pan American Petroleum Co., die die Felder in Kern County, südwestlich von Bakersfield, mit der Tankanlage bei Los Angeles verbindet, in mehr als einer Hinsicht bemerkenswert. Sie war zur Zeit ihrer Fertigstellung in Kalifornien die längste, ganz geschweißte Rohrleitung und die erste, für die Dieselmotoren verwendet wurden, während z. B. in dem ausgedehnten Leitungsnetz der Prairie Pipe Line Co., das die Midcontinent-Felder mit dem Golf und mit Chikago verbindet, die Mehrzahl der Pumpwerke schon seit längerer Zeit mittels Dieselmotoren betrieben wird.

Die Länge der Leitung beträgt nur 221 km, der Höhenunterschied der Endstellen 93,5 m. Dazwischen übersteigt die Linie aber das Küstengebirge, so daß ihr Scheitel 1312 m ü. M. erreicht. Die Linienführung, Abb. 1, war an die Zubringewege gebunden; es hat sich aber als vorteilhaft erwiesen, die Leitung möglichst gerade zu führen und deswegen keine Mühe bei der Zufuhr zu scheuen. Für den Entwurf war die niedrigste Temperatur entscheidend, die in der Gegend auftritt. Die Leitung sollte mindestens 0,76 m tief eingedeckt werden. Während eines erheblichen Teiles des Winters liegt die Lufttemperatur unter 0 °, namentlich des Nachts. Es wurde angenommen, daß die Temperatur der Leitung über größere Abschnitte trotzdem nicht unter 10 ° sinken werde. Bei dieser Temperatur beträgt die Zähigkeit des gepumpten Rohöls ungefähr 10,2 Englergrade. Der Deckung wurde eine Zähigkeit von 11,7 Englergraden, Viskosität $\nu = 0{,}875\ \text{cm}^2/\text{s}$ zugrunde gelegt. Die tägliche Förderleistung sollte rd. 4000 m³ betragen. Der Kostenvergleich zwischen einer 8-Zoll-Leitung für 4000 m³ und einer 10-Zoll-Leitung für 5000 m³ täglich fiel zugunsten der letzteren aus.

Für die zu erwartenden niedrigen Reynoldsschen Zahlen $R = \frac{v\,d}{\nu} = 3060$ läßt sich die Reibungszahl λ recht genau angeben. Nach Blasius wird z. B. $\lambda = 0{,}0212$. Damit wird die für 1000 m Länge der Leitung notwendige Druckhöhe $h = 9{,}56$ m. Im Entwurf wurde mit 9,58 m für 1000 m Rohrlänge gerechnet. Der gesamte Höhen- und Druckhöhenunterschied wurde auf fünf Pumpstellen verteilt, von denen die fünfte nur zeitweilig in Betrieb ist. Die Druckhöhe jeder Pumpstelle beträgt rd. 45,5 m, der Druck 42 at. Bei gewöhnlichem Betrieb pumpt das vor dem Scheitel gelegene Pumpwerk Fort Tejon unmittelbar in die 153 km entfernte Tankfarm bei Watson, 28,8 km südlich von Los Angeles. Die Rohrleitung ist überlappt geschweißt und wiegt 60,3 und 68,5 kg/m.

Zum Antrieb der Pumpen dienen Dieselmotoren. Mitentscheidend dafür war die Erkenntnis, daß bei den dort vorherrschenden Temperaturen nicht notwendig sein würde, das Öl vor dem Eintritt in die Pumpen zu erwärmen, wozu die Wärme der Auspuffgase nur teilweise ausgereicht hätte. Jedes Pumpwerk enthält zwei Worthington-Viertakt-Dieselmaschinen von je 300 PS, die über Zahnrädergetriebe langsam laufende Wilson Snyder-Kolbenpumpen antreiben. Für die Hilfsmaschinen und für die Stromerzeugung sind zwei Fairbanks-Morse-Zweitakt-Dieselmotoren von je 50 PS vorhanden. Der Brennstoff für die Motoren wird der Druckleitung entnommen. Beim Entwurf der Anlage wurde ferner besonderes Gewicht darauf gelegt, die ganze Leitung entleeren zu können.

Abb. 1
Linienführung der Rohölfernleitung der Pan American Petroleum Co.

Die Einrichtung der Pumpwerke hat sich durchaus bewährt. Auch die Temperaturen blieben oberhalb der geschätzten. Während dieses und des vorigen Winters sank das Thermometer nicht unter 14,4 °C. [M 1441]

Los Angeles, Cal. Dipl.-Ing. Ludwig Kniel

Schiffs- und Seewesen

Die Entwicklung der Kriegsmarinen 1927

England. Die größten Neubauten des vergangenen Jahres waren die beiden Linienschiffe „Nelson" und „Rodney", deren Bau 1922 begonnen worden ist[1]). Bei 214,11 m Länge über alles, 32,33 m Breite und 9,15 m Tiefgang haben die Neubauten 35 000 t Verdrängung, ausschließlich 4000 t Brennstoff und dem Reserve-Kesselspeisewasser, so daß die betriebsfertige Verdrängung rd. 40 000 t beträgt. Die Maschinenanlage umfaßt zwei Turbinensätze mit einfachen Getrieben von je 45 000 WPS mit je einer Hochdruck- und Niederdruckturbine. Acht engrohrige Wasserrohrkessel liefern den Dampf. Beide Schiffe liefen bei den Probefahrten mehr als 23 Kn. Die Schiffskörper haben keine seitlichen Wulste, jedoch weitgehende wasserdichte Unterteilung zum Schutz gegen Torpedotreffer. Die Seitenpanzerung ist 356 mm dick.

Die Hauptbestückung besteht aus neun 40,6 cm-Kanonen L/45, die in drei Drillingstürmen sämtlich im Vorschiff angeordnet sind. Zwölf 15 cm-Kanonen in Doppeltürmen eignen sich wegen ihres großen Erhöhungswinkels für die Luftabwehr. Zwei Torpedorohre, davon ein Bugrohr, ergänzen die Bestückung. Die Baukosten für „Nel-

[1]) „The Engineer" Bd. 145 (1928) S. 2.

son“ werden zu rd. 151 Mill. ℳ, die für „Rodney“ zu 153 Mill. ℳ angegeben. Beide Schiffe sind in die Atlantikflotte eingereiht worden.

Von den fünf „County“-Kreuzern des Bauprogramms 1924 befindet sich nur die „Berwick“ endgültig im Dienst. Die übrigen vier Kreuzer „Cumberland“, „Cornwall“, „Suffolk“ und „Kent“ haben sämtlich Bauverzögerung. Bei einer Normalverdrängung von 10 000 t, ohne Brennstoff und Reservespeisewasser, haben die Kreuzer eine Länge über alles von 192,10 m, eine größte Breite von 20,84 m und einen mittleren Tiefgang von 4,95 m. Die Turbinen mit einfachem Getriebe sollen vertragsmäßig 80 000 WPS entwickeln, den Dampf liefern Yarrow-Kessel. Die vertragliche Geschwindigkeit von 31,5 Kn ist erreicht worden. Die Probefahrten der Kreuzer „Berwick“ und „Cumberland“ haben gute Seeigenschaften der Schiffe auch bei schwerstem Wetter bewiesen. Durch den großen Brennstoffvorrat von 3400 t und den sparsamen Brennstoffverbrauch ist ein großer Fahrbereich gesichert. Die Bestückung besteht aus acht 20,3 cm-Kanonen L/50 mit einem Geschoßgewicht von 128,5 kg. Über Ausrüstung dieser Schiffe mit Flugzeugen ist nichts bekannt.

Von den Kreuzern der folgenden Klasse sind im vergangenen Jahr „London“ und „Devonshire“ vom Stapel gelaufen. Die beiden übrigen der gleichen Klasse „Shropshire“ und „Sussex“ werden erst in diesem Jahre zu Wasser gebracht werden. Zwei weitere 10 000 t-Kreuzer, „Dorsetshire“ und „Norfolk“, wurden 1927 begonnen. Die australischen 10 000 t-Kreuzer „Australia“ und „Canberra“ werden anfangs dieses Jahres fertiggestellt. Insgesamt sind 13 Kreuzer mit der durch das Washington-Abkommen festgesetzten Höchstverdrängung erbaut worden, weitere Schiffe sind zunächst zurückgestellt worden. Hingegen ist ein Kreuzer der „B“-Klasse, die „York“, von 8400 t auf Stapel gelegt worden.

Die ersten Torpedobootzerstörer „Amazon“ (1330 t) und „Ambuscade“ (1210 t) erledigten ihre Probefahrten mit Erfolg. Sie sind mit Brown-Curtis-Getriebeturbinen von 35 000 WPS und Yarrow-Kesseln ausgerüstet. Die mittlere Geschwindigkeit der „Amazon“ betrug 37,96 Kn.

Drei U-Boote wurden im vergangenen Jahr vollendet, die „Oberon“ von 1350 t für die englische Marine, „Oxley“ und „Otway“ für Australien von etwa 1400 t.

Die Vereinigten Staaten von Amerika. Das Hauptereignis war die Fertigstellung des Flugzeugträgers „Saratoga“. Ursprünglich als Schlachtkreuzer auf Stapel gelegt, wurde das Schiff nach den Bestimmungen der Washington-Konferenz, zugleich mit dem Schwesterschiff „Lexington“, in ein Flugzeug-Mutterschiff umgebaut. Die Verdrängung ist auf 33 000 t festgesetzt worden. Die Hauptabmessungen sind: Länge über alles 270,84 m, größte Breite des Flugdecks 32,33 m, mittlerer Tiefgang 9,15 m. Die Maschinenstärke der turbo-elektrischen Anlage beträgt 180 000 WPS, mit denen man die beachtenswerte Geschwindigkeit von 34,5 Kn zu erreichen hofft. Neben einer weitgehenden wasserdichten Unterteilung haben die Schiffe einen Gürtelpanzer und seitliche Wulste.

Die Bewaffnung umfaßt acht 20,3 cm-Kanonen L/50 in Doppeltürmen neben zwölf 12,7 cm-Abwehrkanonen L/25. Mit Rücksicht auf ein möglichst freies Flugdeck sind Geschütztürme, Brücke, Mast und ein einziger elliptischer Schornstein an der äußersten Steuerbordseite des Flugdecks angeordnet. Auf dem darunterliegenden Deck stehen die Boote und die Abwehrkanonen in Gruppen von je drei. Die Kessel beider Flugzeugschiffe sind englischer Konstruktion, die „Saratoga“ hat 16 White-Forster-Kessel, die „Lexington“ 16 Yarrow-Kessel, beide für rd. 21 at Betriebsdruck. Jede der vier Propellerwellen wird durch zwei Elektromotoren von je 22 500 WPS angetrieben. Insgesamt ist Raum für 85 Flugzeuge vorhanden. Die Besatzung der „Saratoga“ umfaßt 2034 Mann, davon 565 für den Flugzeugdienst. Die „Lexington“ soll im Februar d. J. in Dienst gestellt werden. Die Baukosten betragen 173 Mill. ℳ.

Die beiden ersten Kreuzer „Pensacola“ und „Salt Lake City“ der 10 000 t-Klasse sind noch auf der Helling. Länge über alles 178,58 m, größte Breite 19,87 m, Tiefgang 5,96 m. Die Kreuzer erhalten wahrscheinlich Getriebeturbinen; der Kesseldruck soll etwa 50 at betragen, die Konstruktionsgeschwindigkeit 33 Kn. Zehn 20,3 cm-Kanonen sollen in zwei Dreirohr- und zwei Doppeltürmen mittschiffs aufgestellt werden, außerdem sind vier Abwehrkanonen und sechs Torpedorohre vorgesehen. Die beiden Schiffe sollen im August 1929 fertiggestellt sein. Sechs weitere Kreuzer wurden im vergangenen Jahr in Auftrag gegeben.

Außerdem ist der Minen-U-Kreuzer „V 4“ mit 2878 t Oberflächenverdrängung vom Stapel gelaufen.

Japan. Im vergangenen Jahr sind die ersten beiden Kreuzer „Myoko“ und „Nachi“ mit der zulässigen Höchstverdrängung von 10 000 t vom Stapel gelaufen. Zwei weitere, „Ashigara“ und „Haguro“, befinden sich im Bau, außerdem sind vier Kreuzer gleicher Art in Auftrag gegeben. Die „Nachi“ ist 192,15 m lang und 17,39 m breit, erhält Turbinenantrieb und soll 33 Kn laufen. Die Bewaffnung wird zu zehn 20,3 cm-Kanonen angegeben, doch sollen es in Wirklichkeit nur acht oder neun sein. Die 1926 vollendeten Kreuzer „Kako“ und „Furutaka“, die bei einer Verdrängung von 7100 t sechs 20,3 cm-Kanonen führen, sind bereits umgebaut worden, da die Schiffsverbände sich im Seegang als zu schwach erwiesen. Die Maschinen leisten 100 000 WPS. Zwei Kreuzer ähnlicher Bauart, die „Kinugasa“ und „Aoba“, sind 1927 fertiggestellt worden.

Außerdem wurde der 26 900 t-Flugzeugkreuzer „Akagi“ in Dienst gestellt, der 1920 als Schlachtkreuzer auf Stapel gelegt worden war, später aber umgebaut werden mußte. Getriebeturbinen von 131 200 WPS sichern ihm eine Geschwindigkeit von 28,5 Kn. Die Bestückung umfaßt zehn 20,3 cm-Kanonen, vier 12 cm-Kanonen und zwölf 12 cm-Abwehrkanonen. Ein weiteres Flugzeugschiff, die „Kaga“, steht vor der Vollendung.

Mehrere Zerstörer von 1445 t für 34 Kn Geschwindigkeit, mit vier 12 cm-Kanonen und sechs Torpedorohren, sind vom Stapel gelaufen. Weitere 24 Zerstörer von 1700 t sind in Auftrag gegeben oder geplant, sie sollen sechs 12 cm-Kanonen an Bord führen. Mehrere U-Kreuzer sind vom Stapel gelaufen und im Bau, die größten haben rd. 2000 t Verdrängung.

Frankreich. Der 10 000 t-Kreuzer „Suffren“ ist nach der kurzen Bauzeit von zwölf Monaten vom Stapel gelaufen, seine Länge beträgt 185,14 m bei 19,22 m Breite. Die Rateau-Turbinen leisten 130 000 WPS und 33 Kn, und der Fahrbereich beträgt 5000 Seemeilen bei 15 Kn Fahrt. Dieser Neubau wird zwei Flugzeuge mit Katapult an Bord führen bei einer Bewaffnung mit acht 20,3 cm-Kanonen. Das Schwesterschiff „Colbert“ ist im Juni auf Stapel gelegt worden.

Die Zerstörer „Bison“, „Guépard“ und „Lion“ werden demnächst vom Stapel laufen, drei größere sind im Bau. Die Verdrängung wird auf 2400 t und die Bewaffnung auf fünf 14 cm-Kanonen erhöht, die Geschwindigkeit bleibt 35,5 Kn. Sechs weitere sollen in Auftrag gegeben werden.

Fünfzehn U-Boote verschiedener Bauarten liegen auf den Hellingen und sechs weitere sollen vergeben werden. Die meisten Boote haben 1570 t Verdrängung an der Oberfläche, jedoch ist auch ein U-Kreuzer von 3000 t darunter.

Das Flugzeugschiff „Béarn“ für 40 Flugzeuge, ein ehemaliges Linienschiff von 21 800 t Verdrängung, ist in Dienst gestellt worden. Ein Flugzeugtender von 10 000 t ist in Auftrag gegeben.

Italien. Der 10 000 t-Kreuzer „Trento“ ist vom Stapel gelaufen, ein Schwesterschiff der „Trieste“. Sie sollen 36 Kn laufen; die Getriebeturbinen, Bauart Parsons, leisten 150 000 PS_e. Den Dampf liefern zwölf Yarrow-Kessel. Die Bewaffnung umfaßt acht 20,3 cm-Kanonen außer sechzehn 10 cm-Abwehrkanonen. Weiter befinden sich vier Kreuzer von 5300 t im Bau, für mindestens 37 Kn Geschwindigkeit.

An leichteren Schiffen sind zu Wasser gebracht worden: Zwei Minenleger von 700 t, zwölf Zerstörer von 2000 t, acht Zerstörer von 1155 t und vier U-Kreuzer von 1390 t Verdrängung.

Deutschland. Der Kreuzer „Königsberg“[2]) ist März 1927 in Wilhelmshaven nach weniger als zwölfmonatlicher Bauzeit vom Stapel gelaufen, das Schwesterschiff „Karlsruhe“ im August[3]) in Kiel. Trotz der Verdrängung von 6000 t werden sie als sehr gefechtstark bezeichnet. Das Rumpfgewicht ist besonders niedrig, da elektrische Schweißung in größerem Umfang angewendet worden ist. Für die Höchstgeschwindigkeit von 32 Kn sind Triebturbinen vorgesehen, für die Marschgeschwindigkeit von 14,5 Kn dagegen Ölmaschinen. Die Gesamtleistung der Maschinenanlage beträgt 65 000 PS. Neun 15 cm-Kanonen sind in Dreirohrtürmen angeordnet, davon einer auf der Back und zwei achtern. Im Oktober sind zwei Torpedoboote von 800 t Verdrängung und 32 Kn in Wilhelmshaven zu Wasser gebracht worden.

Spanien. Zwei Kreuzer von 7850 t Verdrängung, „Principe Alfonso“ und „Almirante Cervera“, sind fertiggestellt worden. Sie führen acht 20,3 cm-Geschütze an Bord, ihre vertragliche Geschwindigkeit beträgt 33 Kn. Der erste erreichte 34,7 Kn mit 83 000 WPS. Ein dritter Kreuzer dieser Klasse, „Miguel de Cervantes“, sowie drei große Zerstörer und mehrere U-Boote sind zur Zeit noch im Bau.

Kiel [N 1284] Köppe

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 493. [3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1278.

Abb. 2
Ergebnis der Schraubenversuche mit den Schrauben *a*, *b* und *c* aus Zahlentafel 1. *d* = Hüllkurve der höchsten η_p nach Taylor
n = Uml./min *WPS* = Leistung an der Schraubenwelle in PS *V* = Fortschrittsgeschwindigkeit der Schraube in Kn

Modellversuche mit verstellbaren Schraubenflügeln

Bei Handelschiffen ist oft eine Änderung der Schraubensteigung hinter dem Schiff notwendig, die durch Verdrehen der Schraubenflügel auf der Nabe erreicht wird[1]). Um den Einfluß dieser Änderung auf den Wirkungsgrad der Schraube festzustellen, hat man im Schlepptank zu Washington drei Schrauben *a*, *b* und *c* mit verstellbaren Flügeln untersucht. Jede der drei Schrauben wurde mit Steigungen von 152,4, 203,2 und 254 mm auf zwei Drittel des Halbmessers geschleppt.

Durch das Verdrehen der Flügel beim Vergrößern der Steigung nimmt die Steigung des Einzelflügels von der Nabe nach der Spitze hin zu, während sie bei Verminderung der Gesamtsteigung nach der Flügelspitze zu abnimmt.

Das Ergebnis dieser Versuche zeigt Abb. 2, worin die erreichten Wirkungsgrade η_p über der Taylorschen Leistungszahl $\varrho = \sqrt{\frac{n^2\, WPS}{V^5}}$ aufgetragen sind. Zum Vergleich sind außerdem die Linien der Höchstwirkungsgrade nach Taylor mit aufgenommen; die erzielten Wirkungsgrade liegen im Mittel um 2 vH höher.

Zahlentafel 1

	Durchmesser D mm	Konstruktionssteigung H mm	Konstruktionssteigungsverhältnis	Nabendurchmesser mm	Flächenverhältnis A_p/A	Dickenverhältnis δ_i/D	Flügelzahl Z
a	203,2	152,4	0,75	50,8	0,25	0,05	3
b	„	203,2	1,00	„	„	„	„
c	„	254	1,25	„	„	„	„

Das Diagramm zeigt nun, daß man im Hinblick auf eine etwaige nachträgliche Steigungsänderung der Schraube hinter dem Schiff eher eine etwas zu niedrige Konstruktionssteigung geben soll, so daß die Schraubenflügel dann auf höhere Steigung gestellt werden müssen. Dies Ergebnis stimmt im großen und ganzen auch mit den Ergebnissen der Tragflügel-Schraubentheorie überein, wenn auch im allgemeinen nur für den Freifahrzustand der Schrauben. Weiterhin zeigt es, daß man bei derart verstellten Schraubenflügeln die auf zwei Drittel des Halbmessers gemessene Steigung für die ganze Schraube als unveränderlich ansehen kann, ohne merkliche Fehler zu begehen.

In der Aussprache wurde darauf hingewiesen, daß der Wert zwei Drittel des für die Steigung maßgebenden Halbmessers etwas zu niedrig gegriffen sei, und daß dafür eher 0,7 einzusetzen wäre. Weiterhin glaubte ein Redner den um 2 vH höheren Wirkungsgrad der untersuchten Propeller gegenüber der Taylor-Kurve dadurch zu erklären, daß bei diesen Schraubenversuchen der Widerstand der verhältnismäßig großen Nabe besonders in Abzug gebracht wurde.

Berlin [M 1282] Gutsche

[1]) Shipbuilding and Shipping Record Bd. 31 (1928) S. 14.

Querschnitt *a*—*b*

Abb. 3 bis **6**
Fließfiguren in einem rechteckigen weichen Flußstab, der mit 3000 bis 7000 kg auf Biegung beansprucht war.

Werkstoffe

Die wichtigsten Eigenschaften und die Theorie der Fließfiguren[1])

An einem Flußstahl (0,13 vH C, 0,256 vH Si, 0,43 vH Mn, 0,025 vH P, 0,029 vH S, 0,333 vH Cu) wurden Biegeversuche vorgenommen, indem 20 mm hohe und 10 mm breite Proben auf zwei Rollen von 40 mm Abstand gelegt und in der Mitte durch einen Stempel mit 3000 bis 7000 kg belastet wurden. Die belasteten Proben wurden 30 min auf 200 ° erhitzt und langsam abgekühlt. Nach Ätzung mit dem Fryschen Ätzmittel erhielt man die in Abb. 3 bis 6 wiedergegebenen Fließfiguren. Die Belastung stieg bei den Proben in der Reihenfolge von Abb. 3 bis Abb. 6. Zum Vergleich wurden an Zelluloid- und Bakelitmodellen Belastungen vorgenommen, wobei nach den Polarisationsverfahren von E. G. Coker[2]) die Verteilung der Hauptspannung und Schubspannung durch die mehr oder minder starke Polarisation des hindurchfallenden Lichtes ermittelt wurde. Diese Erscheinung dürfte von physikalischen Vorführungsgeräten bekannt sein, bei denen Glimmer- oder Gipsplatten durch Schrauben gepreßt und im durchfallenden Licht beobachtet werden. Abb. 7 zeigt ein nach dem Cokerschen Verfahren erhaltenes Originalbild, Abb. 8 ein idealisiertes

[1]) Ititara Takaba und Katumi Okuda, Arch. Eisenhüttenwes. Bd. 1 (1927/28) S. 511.
[2]) Hierüber wird demnächst ausführlich berichtet.

Schaubild der Verteilung der Schubspannungen. In ähnlicher Weise lassen sich Isoneigungsdiagramme, d. h. Diagramme gleicher Neigung der Schubspannung aufstellen.

Vergleicht man diese an durchsichtigen Werkstoffen erzeugten Bilder mit den nach Fry geätzten Proben, so erscheinen die Fließstreifen zuerst an den Stellen, an denen die Schubspannungen am größten sind. Die Richtung der Fließfiguren fällt mit der Richtung der größten Schubspannungen ungefähr zusammen.

Beim Erreichen der Streckgrenze treten bei gewissen Metallen, z. B. Eisenlegierungen bestimmter Zusammensetzung, auf der polierten Oberfläche eines Zerreißstabes Fließfiguren auf, während dies bei andern Metallen nicht eintritt. Takaba und Okuda vermuteten, daß alle Metalle, die eine plötzliche Knickung der Spannungs-Dehnungs-Linie zeigen (ausgesprochene Fließgrenze), zur Bildung von Fließfiguren neigen, und daß umgekehrt Metalle, die Fließfiguren zeigen, einen Knick der Spannungs-Dehnungs-Linie aufweisen müssen. Versuche an verschiedenen Eisenlegierungen (Stahl mit 5 vH Ni, Ni-Stahl mit 3 vH Cr) zeigten Fließfiguren und ausgesprochene Streckgrenze, während die Untersuchung von nichtrostendem Stahl keines dieser beiden Kennzeichen aufwies. Es kann daher angenommen werden, daß die Vermutung zu Recht besteht und hauptsächlich Metalle mit ausgesprochenem Knick in der Spannungs-Dehnungs-Kurve Fließfiguren zeigen.

Zur Erklärung der Tatsache, daß die Fließfiguren nur in einigen besonderen Metallen hervorgerufen werden, benutzten die Verfasser die Beobachtung, daß die Fließfiguren nur in Metallen auftreten, die im Feinbau ein raumzentriertes Gitter aufweisen. Selbst bei Eisenlegierungen ergeben sich auf Stählen mit Austenitgefüge keine Fließfiguren. Die Tatsache, daß bei kohlenstoffreichen Stählen die Fließfiguren ebenfalls nicht auftreten, wird auf die Gleitbehinderung durch den Perlit zurückgeführt.

Metalle, deren Einzelkristalle eine möglichst freie Verschiebungsart zulassen, oder die bei Verschiebung von verhältnismäßig geringen Störungen des Einzelkristalls begleitet sind, werden als Metalle höherer Fließfähigkeit gekennzeichnet. Bei diesen Metallen ist die Ausbildung eines bestimmten, begrenzten Verschiebungsbezirkes möglich, während bei den Metallen geringer Fließfähigkeit die Spannung und damit die Verschiebung allmählich von einem Korn auf das andre übergeht. Hierbei können sich keine Fließfiguren ausbilden.

Aus dem Gesagten ergibt sich als weitere Folgerung, daß eine genügend große Zahl von Körnern über den Zerreißstabquerschnitt die Voraussetzung für die Entstehung von Fließfiguren ist. Bei Einkristallen oder bei dünnen Drähten, bei denen das Verhältnis der Korngröße zur Größe des Probestabquerschnittes groß ist, tritt kein Knick im Spannungs-Dehnungs-Diagramm auf. Dieser Umstand steht in Einklang mit der oben aufgestellten Behauptung über die Beziehung zwischen Streckgrenze und Fließfiguren.

Abb. 7
Durch das Polarisationsgerät aufgenommenes Photogramm.

Abb. 8
Verteilungsschaubild der Schubspannungen.

Die Verfasser betrachten die an Eisen und Aluminium betreffs der Gleitrichtungen gemachten Erfahrungen in bezug auf die Fließfähigkeit und kommen zu dem Schluß, daß die Fließfähigkeit eine hauptsächlich durch die Kristallstruktur bedingte Erscheinung ist. Die Entstehung der Fließfiguren ist hauptsächlich bei Metallen mit raumzentrierter Würfelstruktur zu finden.

Einige weitere als Beleg angeführte Zusammenhänge, z. B. zwischen Fließfähigkeit und Zwillingsbildung, sind nicht ganz richtig oder zum mindesten unklar. Jedenfalls ist die Behauptung, daß im Eisen keine Zwillinge auftreten, nur halb richtig. Das γ-Eisen (Austenit) ist sogar wegen schöner Zwillingsstruktur bekannt. Dagegen finden sich im α-Eisen nur sehr selten Zwillinge[3]).

Die Arbeit gibt auf der Grundlage bekannter und unlängst wieder bestätigter Erkenntnisse[4]) eine beachtenswerte Anregung zum Verständnis der Fließfiguren und ihren Zusammenhang mit dem Feinbau der Metalle.

[M 1266] W. Hessenbruch

[3]) Tamura, S., Iron Steel Inst. Bd. 116 (1927), vergl. „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1462.
[4]) Fell, Strain in steel. Carn. Schol. Mem. Bd. 16 (1927) S. 101.

Kleine Mitteilungen

Einfachwirkender Schiffsdieselmotor von 7000 PS

Bei der Firma Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur, hat der größte einfachwirkende Zweitakt-Schiffsdieselmotor die Probeläufe beendet, den diese Firma bisher hergestellt hat. Der Motor ist ebenso wie drei andre, die noch im Bau begriffen sind, für zwei 17 450 t-Schiffe der Stroomvaart Maatschappij Nederland bestimmt und hat acht Zylinder von 820 mm Dmr. bei 1440 mm Hub. Die Leistung beträgt 7040 PS an der Welle bei 100 Uml./min. In der Bauart gleicht die Maschine den bisherigen großen Schiffsdieselmotoren der Firma Sulzer.

Eine neue Einzelheit dürfte sein, daß man das früher übliche Zwischenstück zwischen Zylinder und Ständer weggelassen hat. Die Kurbelwelle ist in der Mitte geteilt und trägt hier das Zahnrad für den Antrieb der Steuerwelle. Das Ladegebläse wird gesondert durch zwei Elektromotoren angetrieben, die auf beiden Seiten des symmetrisch ausgebildeten Kreiselrades angeordnet sind. Ein Hilfskompressor für Einblaseluft wird durch einen kompressorlosen Vierzylinder-Dieselmotor von 220 PS angetrieben. („Engineering" 6. April 1928 S. 412*) [N 1509 a] H.

Ein neuer Kettenrost ohne Zündgewölbe

Die Entwicklung der Wanderrostfeuerung in den letzten Jahren geht dahin, die Feuerräume immer mehr zu erhöhen und das Zündgewölbe zu verkürzen. Neuerdings ist es in Deutschland gelungen, auch völlig ohne Zündgewölbe alle Brennstoffarten auf Wanderrosten zu verbrennen. Auch die amerikanische Firma The Boiler and Stoker Engineering Co., New York, hat nunmehr einen Kettenrost konstruiert, der ohne Zündgewölbe arbeitet. Die Kohle fällt zunächst auf einen etwa unter 45° geneigten kurzen Überschubrost, auf dem sie sich durch die darunter liegende glühende Brennstoffschicht entzündet. Sie gleitet dann allmählich auf den Kettenrost, wobei die Schichthöhe durch einen oberhalb des Rostes befindlichen luft- oder wassergekühlten Abstreifer aus bestem Chromstahl geregelt wird. Der neue Kettenrost ist für alle Kesselbauarten, auch für Rauchröhrenkessel mit Innenfeuerung, geeignet. („Power" 27. März 1928 S. 569) [N 1509 b] Pt.

Großes Kupferhüttenwerk in Nordkanada

In diesen Tagen hat die Firma Horne Copper Corporation in Noranda, Quebec, ein neues Kupferhüttenwerk in Betrieb genommen, das seiner Ausdehnung nach z. Z. das größte Nordkanadas ist. In dem Hüttenwerk werden Erze des Noranda-Bergwerks und später auch fremde, der Waite-Ackerman-Montgomery-Gruben, Nord-Quebec, verarbeitet. Die Erze werden aus den Vorratbehältern des Bergwerks mittels Züge, bestehend aus einer Akkumulatorenlokomotive und sieben 3 t-Wagen, dem Vorratbehälter des Hüttenwerks zugeführt. Ein Wipper entleert sämtliche Wagen gleichzeitig in den Behälter. Fremde Erze sollen mittels Eisenbahnwagen herangebracht und unmittelbar besonderen Behältern zugeführt werden.

Die Erze durchwandern drei Brecheranlagen, in denen sie erst auf 76 mm, sodann auf 25 mm und auf 6 mm Korngröße gebrochen werden. Förderbänder bringen die Erze in 34 insgesamt 9 bis 10 000 t fassende Stahlbehälter, die über acht je 8230 mm hohen Röstöfen von 7620 mm Dmr. und 100 bis 150 t Leistung in 24 h angeordnet sind. Das bei rd. 535 °C geröstete Erz, dessen Schwefelgehalt beim Rösten von 25 vH auf 10 vH herabgesetzt wird, wird 30 500 mm langen und 7620 mm breiten mit Kohlenstaub gefeuerten Schmelzflammöfen zugeführt, die bei rd. 1360 ° in 24 h 500 t Erz schmelzen. Mittels 15 t fassender Stahlpfannen wird die Schmelze zwei wagerechten je 7925 mm langen Birnen von 3658 mm Dmr. zugeführt. Das erschmolzene Kupfer, das 99 vH Kupfer, ferner Spuren von Gold, Silber, Eisen, Schwefel und Arsen enthält, wird in Kokillen vergossen. Aus den Kupferblöcken werden in einer elektrolytischen Raffinieranlage Gold und Silber ausgeschieden. Nach endgültigem Ausbau der Anlage sollen täglich 1000 bis 1200 t verarbeitet werden. („The Engineer" 6. April 1928 S. 376*) [N 1509 c] Gw.

Elektrische Lokomotive mit zwei Stromquellen

Die North-Shore-Eisenbahn in Chikago hat für den Verschiebedienst und die Zu- und Abführung von Güterwagen einige elektrische Lokomotiven in Dienst gestellt, bei denen die Motoren sowohl von der Oberleitung her, als auch von einem auf der Lokomotive untergebrachten Sammler mit 192 Zellen für 680 Ah Kapazität gespeist werden. Der Sammlerbetrieb ermöglicht den Dienst der Lokomotiven auch auf Neben- und Industriegleisen, wo keine Oberleitung vorhanden ist. Auf der Lokomotive selbst ist ein Gleichstrommaschinensatz für 25 kW aufgestellt, der, von der Oberleitung gespeist, den Sammler im Betrieb auflädt und selbsttätig ein- und ausgeschaltet wird.

Die Lokomotive wiegt 65 t und ist mit vier Motoren von je 205 PS für 600 V ausgerüstet, die bei Oberleitungsbetrieb 22,5 km/h und 10 t Zugkraft als Stundenleistung entwickeln. Mit Hilfe des Sammlers ist die Lokomotive imstande, einen Zug von 33 beladenen Güterwagen mit 20 km/h Geschwindigkeit zu befördern. Der Fahrbereich beträgt hierbei allerdings nur 9 km. Bei geringem Zuggewicht gestattet diese Stromquelle 32 km/h Fahrgeschwindigkeit. („Railway Age" 24. März 1928 S. 668*) [N 1509 d] Ro.

Stählerne Personenwagen für Brasilien

Die Paulista Railway Co., Brasilien, hat 22 Personenwagen von der American Car and Foundry Co. bezogen. Die Wagen sind ganz aus Stahl gebaut (einschließlich Speise-, Aussichts- und Gepäckwagen) und stimmen im wesentlichen mit den in den Vereinigten Staaten von Amerika verwendeten Wagen überein. Unterschiede weisen nur auf die Kupplung, die Spurweite, die Puffer und die Bremsen, die gemäß den Normen der Paulista-Bahn ausgeführt sind. Die Spurweite beträgt 1600 mm.

Die Personen- und Aussichtswagen sind über die Puffer rd. 24 230 mm lang. Die Wagen der 1. Klasse verfügen über 80 Sitzplätze, die der 2. Klasse über 98 Plätze. Der Aussichtswagen besteht aus dem Hauptabteil mit 18 Sitzplätzen und je 6 Plätzen in dem Raucherabteil am einen Ende des Wagens und einem Sonderabteil am andern Ende. Die Länge der Speisewagen mit 36 Plätzen beträgt über die Puffer rd. 25 000 mm. Die Gepäckwagen sind über die Puffer rd. 19 570 mm lang.

Die Wagen 1. Klasse, die Aussichts- und Speisewagen sind dreiachsig, die Wagen 2. Klasse und der Gepäckwagen nur zweiachsig. Alle Wagen haben Dynamos mit Achsantrieb für die elektrische Beleuchtung. Um die Fahrgäste in dem heißen Klima zu schützen, hat man die Wagen gegen Wärme isoliert und, wie auch sonst üblich, mit elektrischen Lüftern ausgerüstet. („Railway Age" 24. März 1928, S. 679*). [N 1509 e] Schr.

Schienenbrüche

Aus dem mit dem 31. März 1927 abschließenden Bericht des Generaldirektors der South African Government Railways and Harbours ist zu ersehen, daß verschiedentlich Schienenbrüche auf den Strecken mit elektrischem Betrieb aufgetreten sind. Es handelte sich dabei um Anrisse zwischen Schienensteg und -fuß, hauptsächlich in scharfen Krümmungen. Als Ursache wird teilweise die starke Beanspruchung durch die elektrischen Lokomotiven, teilweise Fehler an den Schienen selbst angegeben. Um diese Schwierigkeiten zu beheben, will man Schienen von 42 kg/m Gewicht verwenden, außerdem wird eine neue Abfederung an den Fahrzeugen erprobt. Ferner wird vorgeschlagen, eine Versuchs-Lokomotive von 3600 PS zu erwerben, die in der Lage ist, die Arbeit von drei zur Zeit im Dienst befindlichen Lokomotiven zu leisten. Die Radanordnung dieser Lokomotive soll so gewählt werden, daß die erwähnten Schienenrisse nicht auftreten können. („Engineering" 6. April 1926 S. 402). [N 1509 f] Krs.

Winddruckmessungen an einem Hausmodell

Im Kansas State Agricultural College zu Manhattan hat Prof. Dawley an einem Modell von $1,4 \times 0,9\ m^2$ Grundfläche, 0,65 m Höhe bis Unterkante Dach und 0,46 m Dachhöhe Untersuchungen zur Bestimmung des zulässigen Winddruckes angestellt. Der Windkanal war rd. 15 m lang, sein lichter Querschnitt betrug an der Prüfstelle $3,2 \times 4,2\ m^2$. Zuerst wurde der Widerstand des unverkleideten Gerüstes, sodann der des fertigen Hauses mit geschlossenen Türen und Fenstern und schließlich der Widerstand des fertigen Hauses bei offenen Fenstern und Türen untersucht. Man ließ hierbei den Wind in einer Versuchsreihe senkrecht, in der andern parallel zum Tragwerk strömen.

Während bei zum Tragwerk senkrechter Windströmung Unterschiede des Winddruckes für die genannten drei Fälle kaum ermittelt werden konnten, zeigte sich, daß bei senkrechter Windströmung das unverkleidete Tragwerk den geringsten spezifischen Winddruck aufwies. Ungünstig wirken in diesem Fall beim fertigen Haus offene Fenster und Türen. Es empfiehlt sich daher für Gegenden, die häufig Wirbelstürmen ausgesetzt sind, die Fenster mit besonderen Sicherungen auszustatten, durch die ein Zerbrechen der Scheiben beim ersten Windstoß verhütet wird. Nach Ansicht von Dawley sollte man bei Wohnhäusern auch die größte zulässige Beanspruchung durch Winddruck auf 175 kg/m², entsprechend einer größten Windgeschwindigkeit von 200 km/h, erhöhen. („Engineering News Record" 29. März 1928 S. 508*). [N 1509 h] Sd.

BÜCHERSCHAU

Die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen. Von G. Schlesinger. Berlin 1927, Julius Springer. 40 S. m. zahlr. Abb. Preis 7 M.

Bei der Bearbeitung der vorliegenden Richtlinien für die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen haben dem Verfasser die Prüfvorschriften aller namhaften deutschen Werkzeugmaschinen-Fabriken vorgelegen. Damit sind die altbewährten Verfahren unsrer besten Werkstätten gewissermaßen zu Prüfnormen erhoben worden. Aber auch der breitere Abnehmerkreis erhält erstmalig einen Überblick, an welchen wichtigen Punkten die Werkzeugmaschinen zu prüfen sind und innerhalb welcher Grenzen Fehler bei Maschinen höchster Güte liegen dürfen.

Den in der Einleitung entwickelten Abnahme-Grundsätzen kann man zustimmen. Nur die Forderung: die Abnahme im Lieferwerk vorzunehmen, dürfte manchem Widerstand begegnen. Vielleicht könnte die richtige Aufstellung der Maschine, was mit Recht als der Ausgangspunkt jeder Messung bezeichnet wird, durch Anbringung von genau bearbeiteten Richtmarken erleichtert werden. Die Überwachung des Aufbaues im Lieferwerk ist zu empfehlen, da beim Beginn des Aufbaues der beste Einblick genommen werden kann.

Die Prüfanleitungen konnten natürlich nur die empfindlichsten Fehlerquellen behandeln; sie umfassen aber alles, was an einer guten Werkzeugmaschine von Wichtigkeit ist. Einer Nachprüfung scheinen nur die Fehlertoleranzen insofern zu bedürfen, als es unbillig erscheint, die gewöhnlichen Drehbänke — also nach heutigen Begriffen: Bearbeitungsmaschinen für die Vorbereitung — mit den Toleranzen der Rundschleifmaschinen zu belasten. Nach dieser Seite könnte eine Gemeinschaftsarbeit mit den Werkzeugmaschinenfabriken noch manche Härten beseitigen; denn übertriebene Genauigkeit verteuert die Herstellung, was ja gerade vermieden werden soll.

Dem Verfasser gebührt das Verdienst, den Werkstätten gebrauchsfertige Richtlinien in die Hände gegeben und dem Normungsgedanken weiteres Neuland erschlossen zu haben; Lieferer und Abnehmer werden hieraus in gleicher Weise Nutzen ziehen. [E 1359] E. Jurthe

Werkzeugmaschinenblätter der ADB. Von Prof. Dr.-Ing. E. h. E. Toussaint. Berlin 1928, Beuth-Verlag. Preis der ganzen Reihe 9 *M*, jedes Blattes 0,30 *M*.

Es liegen 30 Blätter mit zahlreichen Beiblättern vor, die, von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure herausgegeben, den Zweck haben, die Grundkenntnisse von den Werkzeugmaschinen und ihrer Anwendung zu vermitteln. Die Hauptteile der einzelnen Maschinen und ihre Wirkungsweise sind schematisch dargestellt, die Aufstellung der Diagramme wird erläutert; man findet hier die wesentlichen Formeln zur Berechnung unter Zugrundelegung der vorteilhaftesten Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten. Bisher sind behandelt: einfache Zugspindeldrehbank, Räderkastendrehbank, Stufenscheibenbank, Abänderung eines fehlerhaften Spindelkastens, Drehmomentvergrößerung, Untersuchung der Drehzahlreihen, Hobel- und Stoßmaschinen, Tischhobelmaschine, Senkrechtstoßmaschine, Planfräsmaschine, Senkrechtfräsmaschine. Weitere Blätter folgen demnächst. [E 1371]

Kohlenentladung aus Eisenbahnwagen. Von Carl Weicken. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 99 S. m. 34 Abb. u. 13 Taf. Preis 3,50 *M*.

Diese in Buchform herausgegebene Dissertation behandelt in ausführlicher Weise das Entladen der verschieden gebauten Güterwagenbauarten. Die technischen Voraussetzungen der verschiedenen Entladearten werden gezeigt: das Entladen mit der Hand, mit Becherwerk (Heinzelmann-Entlader), Selbstgreifer, Wagenkipper und die Entladung aus gewöhnlichen Eisenbahnwagen, aus Kübelwagen und Selbstentladewagen.

Dann folgt der weitaus wichtigste Teil dieses Buches: die Wirtschaftlichkeitsvergleiche der verschiedenen Entladearten und die Beurteilung der angeführten Wagenbauarten hinsichtlich ihrer Verwendung, hinsichtlich der Entladung, des Wagenumlaufes, der Tarife, Anforderungen der Lagerplätze usw.

Das Ganze ist somit eine wohlgelungene Übersicht über das deutsche Schrifttum der letzten Jahre, vervollständigt durch eigene Untersuchungen und Arbeitsstudien. Man kann vom wissenschaftlichen Standpunkte nur bedauern, daß die amerikanischen und englischen Erfahrungen beim Kippen der Eisenbahnwagen über die Längsseite nicht berücksichtigt sind. Die in Amerika erreichten Leistungen hätten gewiß zu bemerkenswerten Vergleichen geführt. Zweifellos bietet dieses Buch für Ingenieure höchst wertvolle Angaben. Wenn heute noch 66 vH der Kohlen mit der Hand entladen werden, so wird dieses Buch gewiß besonderen Wert haben für die vielen Kohlenempfänger, die mit mechanischen Einrichtungen ihren Betrieb weit wirtschaftlicher gestalten könnten. [E 1391]

Utrecht Simon-Thomas

Grundwasserkunde. Von W. Koehne. Stuttgart 1928, E. Schweizerbart. 291 S. m. 100 Abb. Preis 18 *M*.

Das vorliegende Werk des bekannten Verfassers vermittelt dem Leser in knapper, eindringlicher und übersichtlicher Darstellung eine gediegene Kenntnis vom gegenwärtigen Stand der Grundwasserkunde. Mit Recht wird davon abgesehen, allzusehr auf die Anschauung vergangener Jahrzehnte einzugehen, da unsre heutige Erkenntnis durch viel zahlreichere Beobachtungen gestützt wird und somit für die Bewältigung dringend gewordener Aufgaben des unterirdischen Wassers weit bessere Grundlagen bietet als jene. Die Auswertung der planmäßigen Messungen der Anstalten für Gewässerkunde verschiedener Länder sowie der in den Fachblättern seit langem zusammengetragenen Versuche und Beobachtungen wird an der Hand zahlreicher Schaubilder und sehr lehrreicher Abbildungen ganz besonders deutlich gemacht. Die Behandlung des umfangreichen Stoffes nach den verschiedenen Richtungen der Verwendung, Bekämpfung und Behandlung des Grundwassers macht das Buch für jeden Leser zu einem wertvollen Hilfsmittel in Grundwasserangelegenheiten seines eigenen Berufes. Besonders auch den Berg- und Bauingenieuren, denen das unterirdische Wasser ja fast überall entgegentritt, wird hier gute Gelegenheit geboten, ihre Erfahrungen und Anschauungen auf diesem Gebiete nach der wissenschaftlichen Seite hin zu vervollständigen und zu berichtigen. Viele Beispiele aus der Bergbau-, Tiefbau- und Wasserversorgungspraxis stehen hierzu zur Verfügung. [E 1388] Dr.-Ing. H. Bulle

Abhandlungen und Berichte über Technisches Schulwesen. Veranlaßt und herausgeg. vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen. 9. Band.: Bericht über die Fachsitzung „Ausbildungswesen" auf der VDI-Hauptversammlung Mannheim-Heidelberg, Mai 1927; Bericht über die Tagung des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen, Berlin, Oktober 1927. Selbstverlag, Berlin 1927. 283 S. m. zahlr. Abb. Preis 3 *M*.

Behandelt werden: die Praktikantenfrage, die Bedeutung der Ingenieurtätigkeit für die Gütererzeugung außerhalb der Maschinenindustrie, die Bedeutung der Werkstofffrage für den technischen Unterricht, Unterricht und Einführung der Normen in die Praxis und zahlreiche Sonderfragen aus dem Bereiche der Hochschulen, Mittelschulen, Berufs- und Fachschulen. Das Buch gewinnt an Wert durch Beifügung von einigen zusammenfassenden Aufsätzen, einer Übersicht über das Schrifttum und einem ausführlichen Personen- und Sachverzeichnis. [E 1364]

Englands Industrie am Scheidewege. Von W. Müller. Berlin 1928, VDI-Verlag. 182 S. m. 17 Abb. Preis 8,50 *M*, für Mitglieder des V. d. I. 7,65 *M*.

Landmaschinenkunde. Von Gustav Fischer. Stuttgart 1928, Eugen Ulmer. 524 S. m. 527 Abb. Preis 16 *M*.

Der Niederfrequenz-Verstärker. Von Albrecht Forstmann und Hans Reppisch. Berlin 1928, Rich. Carl Schmidt & Co. 366 S. m. 211 Abb. Preis 16 *M*.

Die Radio-Reihe, 25. Bd.: **Der Neutrodyne-Empfänger.** Von Emil Jarasch. Berlin 1928, Rich. Carl Schmidt & Co. 88 S. m. 40 Abb. Preis 3,50 *M*.

Formelsammlung zur Festigkeitslehre und Elastizitätslehre. Von Georg Dreyer. 4. Aufl. Leipzig 1928, Max Jänecke. 154 S. m. Abb. Preis 3,30 *M*.

Bibl. d. ges. Lebensmittel-Industrie 7. Bd.: **Gemüsekonserven** nebst Anhang: Amerikanische Methoden der Gemüsekonservierung. Von A. M. Rabinowitsch. Leipzig 1927, Max Jänecke. 143 S. m. 46 Abb. Preis 7,25 *M*.

Wesen und Ziel der Konservierung — Bedeutung der Konservierung — Kurze geschichtliche Übersicht der Entwicklung der Konservenindustrie — Landwirtschaftlicher und industrieller Typus der Konservenindustrie — Konserven vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet — Die Wasserversorgung in der Konservenindustrie — Arten der Konservenbehälter — Vorbereitung der Gemüse für die Konservierung — Fabrikationsprozesse — Sterilisation — Aufbewahrung von Konserven — Spezieller Teil — Amerikanische Methoden der Gemüsekonservierung.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 28. APRIL 1928 Nr. 17

Konstrukteur und Betrieb

Von Dr.-Ing. A. Grießmann, Magdeburg-Buckau

Vorgetragen am 16. Februar 1928 innerhalb der von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure zusammen mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung in Berlin veranstalteten Vortragsreihe über „Verlustquellen in der Industrie"

Anforderungen, die an einen guten Konstrukteur gestellt werden. — Untersuchung der Gründe für den von manchen Stellen behaupteten Mangel an tüchtigen Konstrukteuren. — Abhilfe bei den Studierenden durch gründliche praktische Ausbildung, durch Erziehung zu werkstattgerechtem Konstruieren, durch gründliches Studium der neuzeitlichen Werkstoffkunde. — Abhilfe bei den in der Praxis stehenden Konstrukteuren durch Gemeinschaftsarbeit zwischen Betriebsingenieur und Konstrukteur, Schaffung eines Ringbuches für werkstattgerechtes Konstruieren und eines Werkstoffbuches.

Die Ausbildung der Konstrukteure ist von außerordentlicher Wichtigkeit für unser Wirtschaftsleben; das bedarf kaum eines Hinweises, ist sie doch ein Teil des gesamten Rationalisierungsprogrammes, das heute alle Länder beschäftigt. In dem immer schärfer werdenden Wettbewerb auf dem Weltmarkt werden die Völker am besten abschneiden, die ihre Wirtschaft am besten rationalisiert haben. In diesem Zusammenhang ist es vielleicht erwähnenswert, daß gelegentlich der Weltwirtschaftskonferenz in Genf am 4. Mai 1927 der Satz ausgesprochen wurde:

> „Jedes Land, das sich in bezug auf wissenschaftliche Organisation an führender Stelle befindet, ist seinen industriellen Rivalen unbestritten überlegen. Diese Tatsache kann man leicht nachweisen, nicht nur für die Vereinigten Staaten, sondern auch, unter den europäischen Ländern, für Deutschland."

Das Lob ist groß, vielleicht zu groß, und wir werden scharf arbeiten müssen, wenn wir es immer verdienen wollen.

Unsre Anstrengungen, insbesondere auch auf dem Gebiete der Schaffung werkstattgerechter Konstruktionen, müssen um so größer sein, als die Hemmungen, die gerade wir Deutschen dabei zu überwinden haben, stärker sind als bei einem andern Volk. Unsre Veranlagung treibt uns mehr zum Handeln gegeneinander als zur Gemeinschaftsarbeit, ganz abgesehen von den unendlich vielen Hemmungen, die ihren Grund in unsern schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen haben.

Anforderungen an einen guten Konstrukteur

Wenn wir uns mit der Frage der Ertüchtigung unsrer Konstrukteure beschäftigen wollen, müssen wir zunächst die Aufgaben kennzeichnen, die ein Konstrukteur zu erfüllen hat, wenn er das Zeugnis „Gut" erhalten soll: Einmal soll er ein Ingenieurbauwerk in eine Form bringen, die den technischen Grundbedingungen der Arbeitsfähigkeit und Zuverlässigkeit genügt, zum andern besteht seine Aufgabe darin, die Konstruktion so zu gestalten, daß die Herstellung des Bauwerks mit einem Mindestaufwand an Arbeitskraft und Werkstoff möglich ist.

Wenn immer wieder die Klage auftaucht: „Wir haben keine so tüchtigen Konstrukteure mehr wie früher," so wollen wir zunächst die Gründe untersuchen, die für diesen Mangel an tüchtigen Konstrukteuren vorliegen mögen. Eines darf ich dabei vorweg betonen, und alle diejenigen, die sich mit unsrer Jugend etwas eingehender beschäftigen, werden mir darin recht geben, nämlich daß die Verhältniszahl an fleißigen und begabten Ingenieuren unter unsern jüngeren Berufsgenossen genau so groß oder vielleicht größer ist, als sie früher war. Wenn man heute bei manchen von ihnen beobachtet, daß sie gewissen Anforderungen gegenüber versagen, so liegt es eben daran, daß diese Forderungen früher nicht in dem Maße gestellt wurden, wie sie heute gestellt werden müssen, und daß infolgedessen die Ausbildung der betreffenden Berufsgenossen nicht auf die heutigen Anforderungen zugeschnitten war, insbesondere auf die von mir genannte Forderung, daß die Herstellung mit einem Mindestaufwand an Arbeitskraft und Werkstoff möglich sein soll.

Früher konnte ein Konstrukteur stolz und befriedigt sein, wenn eine von ihm konstruierte Maschine sich im Betrieb tadellos bewährte; heute darf sein Ehrgeiz damit nicht erschöpft sein. „Den Bleistift in der konstruktiv geschulten rechten Hand und das Portemonnaie in der linken" heißt heute die Losung. Wenn früher das Zeugnis „erstklassig" allein genügte, einer Maschine den Markt zu eröffnen, muß sie heute, beim gesteigerten Wettbewerb auf dem Weltmarkt und den vielen Hemmungen aller Art, die uns bei seiner Wiedereroberung entgegentreten, erstklassig **und** billig sein. Um dieses Ziel zu erreichen, kann der Konstrukteur an hervorragender Stelle mitwirken, indem er

mit einem Mindestaufwand an Arbeit und Werkstoff ein Höchstmaß der Wirkung

erzielt.

Leider ist diese Erkenntnis vielen Konstrukteuren noch nicht in Fleisch und Blut übergegangen. Noch bei viel zu wenigen ist zur Überzeugung geworden, daß sie, auch wenn das entworfene Bauwerk technisch noch so gut ist, ihre Aufgabe sehr schlecht gelöst haben, wenn man ihnen nachweisen kann, daß man viele Teile hätte billiger herstellen können.

Wenn wir uns die Wege zur Besserung des jetzigen Zustandes überlegen, so müssen wir einmal Wege suchen für die noch in der Ausbildung begriffenen und zum andern für die bereits in der Praxis stehenden Berufsgenossen.

Ausbildung der Studierenden

Ich begrüße es aufrichtig, daß unsre Technischen Hoch- und Mittelschulen der Ausbildung des Konstrukteurs, wie wir ihn in der Industrie brauchen und wie ich ihn in meinen beiden Forderungen gekennzeichnet habe, erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet haben. Ich habe mit besondrem Interesse in der Rede, die Prof. Kluge am 3. Dezember 1927 beim Antritt des Rektorats an der Technischen Hochschule Karlsruhe gehalten hat, die Stelle gelesen:

> „Es ist in letzter Zeit immer mehr die Erkenntnis zum Durchbruch gekommen, daß die deutsche Maschinenindustrie sich den Markt nur erobern kann, wenn sie ausgesprochene Qualitätsarbeit liefert. Grundbedingung für diese ist nicht nur hervorragende Werkstattarbeit, sondern auch — und das wird oft übersehen — hervorragende Konstrukteurarbeit.

So kann ich mich denn auch der heute viel verbreiteten Anschauung, man solle auf der Hochschule die Ausbildung des Studierenden zum Konstrukteur in den Hintergrund stellen, nicht anschließen, sondern bin der Meinung, daß jedem Studierenden, der Konstrukteurfähigkeiten zu besitzen glaubt, Gelegenheit gegeben werden muß, diese ganz bewußt zu pflegen. Dabei handelt es sich selbstverständlich nicht um das Anfertigen ungezählter Zeichnungen, sondern darum, ihn an der Hand von richtig ausgewählten Beispielen in den Geist der schöpferischen Tätigkeit des Konstrukteurs einzuführen, ihm den Weg zu zeigen, wie er seine Kenntnisse in den Naturwissenschaften, in Mathematik und Mechanik zusammen mit angeborener Gestaltungskraft in die schaffende Tat umsetzen kann."

Unbedingte Voraussetzung für gute Erfolge der Konstrukteurausbildung an den technischen Lehranstalten ist eine

gute praktische Ausbildung

der Studierenden[1]). In dieser Beziehung haben gewiß die „Ausführungsbestimmungen für die praktische Ausbildung der Studierenden des Maschinenbaues, der Elektrotechnik und verwandter Fachrichtungen"[2]), die von den Fakultäten für Maschinenwirtschaft und von den Abteilungen für Maschinenbau und Elektrotechnik der deutschen Technischen Hochschulen im Februar 1927 aufgestellt worden sind, eine schöne Einheitlichkeit geschaffen. Ich bedaure es aber persönlich außerordentlich, daß nach Satz 10 dieser Ausführungsbestimmungen die weitere Ausbildung in den Ferien erledigt werden *kann*, wenn auch dabei eine Arbeitzeit von zwei bis drei Monaten nachgewiesen werden soll und Ausbildungsabschnitte von weniger als einem Monat Dauer nicht angerechnet werden.

Ein halbes Jahr hintereinander praktisch arbeiten und das andre halbe Jahr während der Ferien erledigen, heißt für mich, überhaupt nur ein halbes Jahr praktisch arbeiten. Denn die Zerlegung des zweiten halben Jahres in zwei getrennte in den Ferien zu erledigende Abschnitte läßt den jungen Berufskollegen nicht zu der ruhigen Verarbeitung der Eindrücke aus den Betrieben kommen, die nötig ist, wenn wir ganze Männer ihres Faches vorbereiten wollen. Bedenken wir doch, daß es sich nicht nur um die Erlernung gewisser Handfertigkeiten und Herstellungsverfahren handelt, sondern daß sich der junge Berufsgenosse auch in die ganze Welt des industriellen Betriebes hineinleben soll. Ich erinnere nur an die Bestrebungen der Neuzeit, die wir mit den Worten „Faktor Mensch im Produktionsprozeß" kennzeichnen.

Man wird mir einwerfen, daß das Arbeiten in den Ferien nur eine Ausnahme bilden soll; meine bisherigen Erfahrungen haben mir aber gezeigt, daß die meisten der Praktikanten, die das erste halbe Jahr hinter sich haben, den Rest in den Ferien zu erledigen wünschen, und ich bin auch mißtrauisch gemacht worden durch die Ausführungen bei der letzten Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Mannheim in der Fachsitzung des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen (DATSCH)[3]), wo zum Ausdruck gebracht wurde, man habe mit der Teilung der praktischen Arbeitzeit gute Erfahrungen gemacht. Mag das auch für einen Teil unsrer Berufsgenossen gelten, tüchtige Konstrukteure brauchen nach meiner Auffassung volle 1½ Jahre praktische Tätigkeit, und wer weiß denn, wenn er sein Studium anfängt, ob seine Befähigung auf dem Gebiete des Konstruierens oder auf einem andern Gebiet liegt.

Ob es richtiger ist, die geforderten 1½ Jahre praktische Tätigkeit hintereinander zu erledigen, oder ob man es für zweckmäßiger hält, einen Teil in die Zeit nach dem Vorexamen zu verlegen, will ich hier nicht erörtern. Die *Ferien* zum praktischen Arbeiten zu benutzen, sollte man vor dem Vorexamen *auf jeden Fall vermeiden*. Denn in den drei Ferienmonaten soll der Studierende, wenn er fleißig gearbeitet hat, auch einige Wochen ausruhen. Und ungefähr zwei Monate lang wird er reichlich zu tun haben, die Menge von Wissenschaft, die ihm auf den verschiedensten Gebieten vorgetragen wurde, innerlich zu verarbeiten. Unsre technische Wissenschaft läßt sich nicht von einem Repetitor „einpauken"; wenn jemand wirklich ein brauchbarer Ingenieur werden will, muß er sich in die mathematisch-physikalischen Aufgaben und in die der Mechanik hineinarbeiten und hineinplagen, damit er den *Geist* erfaßt und für sein späteres Leben das mathematisch-mechanische „Fingerspitzengefühl" bekommt und auch dann das Richtige trifft, wenn er manche Formel vergessen hat.

In späteren Semestern sollten die Ferien, soweit sie nicht zur Erholung benutzt werden — und darin stimme ich mit den Sätzen 8 und 9 der erwähnten Ausführungsbestimmungen überein — dazu benutzt werden, sich verwandte Betriebe anzusehen. Es ist z. B. ein großer Vorteil für einen jungen Ingenieur, wenn er einmal einige Monate auf einem Hüttenwerk gearbeitet und gesehen hat, wie das Erz zum Roheisen und das Roheisen zum Stahl sich verwandelt, oder wenn er durch Besichtigung von Maschinenfabriken sich ein Bild darüber verschafft, daß es nicht nur Dampfmaschinen, Dieselmotoren, Wasserturbinen und andre Maschinen gibt, die man auf den technischen Lehranstalten berechtigterweise als Lehrbeispiele benutzt, sondern daß auch noch andre technische Gebiete vorhanden sind, deren Behandlung und Studium eines Ingenieurs nicht unwürdig sind. Ich möchte nicht unterlassen, auf unsre großen Ingenieure, auf die wir stolz sind, hinzuweisen: ein Hermann *Gruson*, ein *Borsig*, ein *Schwartzkopff*, *Rathenau* u. a. m. haben eine praktische Arbeitszeit von mehr als einem halben Jahr durchgemacht.

Wenn ich mich mit dieser Frage etwas eingehender befaßt habe, so geschah es, weil ich der Überzeugung bin, daß ein Ingenieur, der eine gute, längere praktische Arbeitzeit hinter sich hat, gewisse fundamentale Konstruktionsdummheiten unbedingt vermeiden wird, wie sie demjenigen unterlaufen, der durch die Werkstatt gerast ist.

Wenn wir uns nun der

Ausbildung auf der technischen Lehranstalt

zuwenden, so können wir den Teil des Unterrichts übergehen, in dem der Studierende an der Hand von Beispielen mit den Verfahren vertraut gemacht wird, die ihn in den Stand setzen, einen Gedanken so zu Papier zu bringen, daß ein Ingenieurbauwerk entsteht, das den technischen Grundbedingungen der Arbeitsfähigkeit und Zuverlässigkeit genügt. *Das zu lehren, haben beste Kräfte schon immer meisterhaft verstanden.*

Aber die neue Zeit stellt neue Forderungen. Es ist eine wichtige Aufgabe des Unterrichts, dem Studierenden beizubringen, daß alles Konstruieren keinen Wert hat, wenn man mit der betreffenden Konstruktion kein Geld verdienen kann. Das kann man nur, wenn sie „*werkstattgerecht*" ist, d. h. wenn ihre Herstellung nur einen Mindestaufwand an Arbeitskraft und Werkstoff erfordert.

Ich möchte hier von der Bedeutung, die die richtige Wahl des Werkstoffes für den gesamten Selbstkostenpreis des fertigen Erzeugnisses hat, absehen, sondern nur auf die Erziehung zur

werkstattgerechten Formgebung

hinweisen. Hierfür bieten die in den letzten Jahren nach dem Vorbild des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen entstandenen Lehrbilder mit der Gegenüberstellung von „Falsch" und „Richtig"[4]), die nicht nur von verschiedenen Firmen, sondern auch in außerordentlich reichhaltiger Weise von der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL)[5]) zusammengestellt worden sind, eine vorzügliche Unterlage. Es genügt aber nicht, daß der Studierende z. B. aus dem Bild, welches zeigt, daß eine Arbeitsleiste an einer großen Grundplatte nicht 3 mm, sondern rd. 10 mm hoch sein muß, allein diese Tatsache sich einprägt, sondern man muß ihm an diesem Beispiel

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 47 und VDI-Nachr. Nr. 11 v. 14. März 1928 S. 1.

[2]) Abhandlungen und Berichte über technisches Schulwesen Bd. IX S. 35, Berlin 1928, Selbstverlag des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen, Berlin W 35, Potsdamer Straße 119 b.

[3]) Abhandlungen und Berichte über technisches Schulwesen Bd. IX.

[4]) Zu beziehen vom Deutschen Aussch. f. Techn. Schulwesen.

[5]) Technisch-wissenschaftliche Lehrmittelzentrale, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35.

ganz allgemein klar machen, welche Rücksicht der Konstrukteur auf die Ungenauigkeiten nehmen muß, mit denen man bei Gießereierzeugnissen zu rechnen hat, und man muß ihm sagen, welche verhängnisvollen Folgen es auf die Mehrkosten eines Arbeitstückes haben kann, wenn man das nicht beachtet.

Ich möchte in diesem Zusammenhang auch auf die vorzüglichen Ausarbeitungen hinweisen, die für diesen Teil des Unterrichtes in dem Buch „Maschinenelemente" von Prof. Rötscher[6]) zu finden sind. Die vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung auf den Betriebsblättern AWF 20 und 34[7]) zusammengestellten Konstruktionsregeln für Gußeisen und Stahlguß soll der Studierende vollständig beherrschen lernen, und er wird sie sich leicht zu eigen machen, wenn er während seiner praktischen Ausbildung in der Gießerei mit offenen Augen gearbeitet hat. Er hat die Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten, die die Nichtbeachtung dieser Regeln mit sich bringt, kennen gelernt und auch wohl bei Herstellung des einen oder anderen Stückes selbst auskosten müssen.

Ich möchte nicht zu weit ins einzelne gehen, die „Falsch" und „Richtig"-Bilder geben alles, was hier not tut. Aber auf eines will ich noch hinweisen, das ist die Angabe der Oberflächen-Bearbeitung. Dem Studierenden muß immer wieder vorgehalten werden, daß Schlichten teurer ist als Schruppen, und daß er nicht zwei Bearbeitungsdreiecke setzen darf, wenn eins genügt. Auch auf die Ersparnis an Werkstoff durch entsprechende Formgebung ist aufmerksam zu machen, und ich möchte in diesem Zusammenhang auf die sehr interessanten Stücke hinweisen, welche die Werkstoffschau Berlin 1927 gezeigt hat, an denen man z. B. sah, wie man früher Gabeln ausstanzte mit einem großen Abfall an Blech, und wie man infolge geschickter Formgebung diesen Abfall heute fast ganz vermeiden kann.

Die Fachgenossen, die von Zeit zu Zeit Gelegenheit nehmen müssen, sich in neue Konstruktionen zu vertiefen, werden mir darin recht geben, daß selbst in Zeichnungen tüchtiger Konstrukteure sich Verstöße gegen die werkstattgerechte Form finden, die vermieden werden, wenn erst unserm Nachwuchs das Bewußtsein von der Bedeutung werkstattgerechter Form in Fleisch und Blut übergegangen ist, und wenn unsere Berufsgenossen schon auf der Schule lernen, sich jeden Strich auf dem Reißbrett und jede Bearbeitungsvorschrift so zu überlegen, als wenn sie die Ausführungsarbeit selbst übernehmen und selbst bezahlen müßten.

In diesem Zusammenhange möchte ich noch auf eines hinweisen: Es gibt Konstrukteure, die mit dem Ändern ihrer Konstruktionen nie fertig werden, und wenn man die vorgenommenen Änderungen einmal genau betrachtet, so sind sie wirklich nicht von so großer Bedeutung, daß die Güte der Maschinen oder ihr Herstellungspreis wesentlich davon beeinflußt würde. Eine Konstruktion, die mit dem Betrieb zusammen gut durchdacht ist und die sich bewährt hat, muß für eine gewisse Zeit erstarren. Jede Änderung kostet Geld für Modelle oder Vorrichtungen, und das muß erst einmal durch eine Anzahl von Ausführungen verdient werden.

Neue Gedanken, durch die gegebenenfalls eine weitere Verbesserung der Maschine erzielt werden kann, soll man in einem Büchlein sammeln. Ist die Anzahl der wünschenswerten Verbesserungen groß genug, dann werden sie bei einem neuen Baumuster berücksichtigt, das nun wieder für einige Jahre als fest zu gelten hat. Das kann zwar nicht als ganz allgemeine Regel gelten, aber in vielen Fällen ist es außerordentlich wertvoll, daß diese Regeln berücksichtigt werden.

Alle diese Grundzüge wird man dem Studierenden wohl am zweckmäßigsten in den Vorlesungen und Übungen über Maschinenteile vermitteln, wenn sich auch natürlich Hinweise immer und immer während des ganzen Studiums und bei jeder Gelegenheit wiederholen sollen. Sind die Grundsätze an der Hand der Entwürfe von Maschinenteilen eingehämmert, dann wird der Studierende auch beim Entwurf ganzer Maschinen kaum noch gegen sie verstoßen.

Auch auf eine weitere Forderung, die die neue Zeit an den Konstrukteur gestellt hat, muß der Unterricht an unsern technischen Lehranstalten gebührend Rücksicht nehmen. Die jungen Studierenden müssen eine

gründlichere Werkstoffkenntnis

bekommen.

Nachdem wir nicht mehr von Stahl, sondern Stählen, nicht mehr von Gußeisen und Stahlguß, sondern den allerverschiedensten Sorten von Gußeisen und Stahlguß reden, können und dürfen wir nicht mehr mit den alten, wenn auch bewährten Zahlentafeln, z. B. von Bach, rechnen. Heute muß ein Konstrukteur wissen, wo die Streckgrenze des Werkstoffes liegt; denn danach hat er in vielen Fällen seine Entscheidungen zu treffen. Er muß wissen, welche Arten von Stählen es gibt und welche besondern Eigenschaften z. B. die Chrom- und die Chromnickelstähle usw. haben. Er muß in das Wesen der Werkstoffe eindringen, ihren Aufbau und die Art ihres Gefüges und den Einfluß auf ihre Eigenschaften kennen lernen. Erst dann kann er die zweckmäßigste und richtigste Art ihrer Verwendung herausfinden. Ich begrüße es ganz besonders, daß unserem technischen Nachwuchs in der Werkstoffschau Berlin 1927 Gelegenheit gegeben wurde, sich einen Überblick über die neuesten Errungenschaften der Werkstoffkunde zu verschaffen.

Auf die vorzüglichen Ausführungen von Dr. Keßner Karlsruhe, über „Die Bedeutung der Werkstoffkunde für den Maschinenkonstrukteur"[8]) und auf den lehrreichen Vortrag, den Prof. Görens, in Essen, gelegentlich der letzten Jahresversammlung des Vereines Deutscher Eisenhüttenleute und der Eröffnung der Werkstofftagung über die „Gemeinschaftsarbeit der Stahl erzeugenden und verbrauchenden Industrie bei Werkstofffragen" gehalten hat[9]), möchte ich hier nur hinweisen.

Nun möchte ich noch dem Einwand begegnen, daß die eingehende Ausbildung zum Konstrukteur, wie ich sie gekennzeichnet habe, doch nicht am Platze sei bei denen, die andere Richtungen des Ingenieurfaches einschlagen wollen. Ob man schon auf der Hochschule eine gewisse Scheidung eintreten lassen soll, das zu beurteilen möchte ich den Lehranstalten überlassen. Aber zweifellos weiß eine ganze Anzahl von Studierenden während des Studiums noch gar nicht, für welches Fachgebiet sie sich später entscheiden werden, weil sie eben erst in der Praxis erproben müssen, welches Gebiet ihnen am besten liegt. Und da möchte ich auf eine meines Erachtens recht gute Einrichtung hinweisen, die ich in den Vereinigten Staaten in verschiedenen Unternehmungen gefunden habe. Junge Leute, die das College verlassen, machen eine zwei- bis dreijährige Ausbildung durch, während deren sie durch alle Abteilungen des Werkes (Betrieb, Konstruktionsbureau, Verkauf, Verwaltung) kommen, wobei sie natürlich bezahlt werden, wenn auch nicht besonders hoch. Bei Goodyear nannte man diese Leute „Graduate flying squadron"; man sagte mir, daß man mit dieser Ausbildung die besten Erfahrungen gemacht hätte, weil die jungen Leute Gelegenheit hätten auszuprobieren, wo ihre Fähigkeiten liegen, und weil sie auf diese Weise einen erwünschten Überblick über den gesamten Geschäftsbetrieb bekommen.

Ich verkenne nicht, daß gewisse Bedenken, insbesondere rein wirtschaftlicher Natur, gegen diesen Vorschlag sprechen, möchte ihn aber doch erwähnen, nachdem man an andrer Stelle gute Erfolge damit erzielt hat.

Fortbildung der Konstrukteure in der Praxis

Wie vermitteln wir nun unsern in der Praxis stehenden Berufsgenossen die Kenntnisse, die der Beruf des neuzeitlichen Konstrukteurs erfordert?

Ein wirksames Mittel sehe ich in der

Gemeinschaftsarbeit mit dem Betriebsingenieur

im Rahmen unsrer Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure hat in den ersten Jahren nach ihrer

---

[6]) Berlin 1927, Julius Springer.

[7]) Zu beziehen vom Beuth-Verlag, Berlin S 14, Dresdner Str. 97.

[8]) Mitteilungen der Techn.-wissensch. Vereine Nordbayerns, Fränkisch-Oberpfälzischer Bezirksverein deutscher Ingenieure.

[9]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1726.

Gründung damit begonnen, den Verlustquellen auf ihrem eigentlichen Arbeitsgebiet, dem Betriebe, nachzugehen, und hat durch ihre Tätigkeit gute Fortschritte im Sinne einer wirtschaftlicheren Fertigung in den Betrieben erreicht. Nachdem man in mehrjähriger Arbeit im eigenen Hause Ordnung geschaffen hat, sollten, wie dies in vorbildlicher Weise die Ortsgruppe Berlin getan hat, auch die andern Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft in Gemeinschaft mit den Konstrukteuren den Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung in Vorträgen und Aussprachen behandeln. Diese Gemeinschaftsarbeit ist geeignet, den Erfolg zu bringen, daß bei den gestaltenden Ingenieuren das notwendige Gefühl für die werkstattgerechte Ausführung der Konstruktionen geweckt und weiter ausgebildet wird.

Solche Aussprachen würden den einzelnen Konstrukteur immer mehr dazu anregen, daß er auch in seiner beruflichen Tätigkeit viel mehr mit dem Betriebsingenieur zusammen arbeitet, als dies bisher geschehen ist. Bevor er die Zeichnungen für eine neue Konstruktion in den Betrieb gibt, wird er sich mit dem Betriebsingenieur darüber verständigen, an welchen Punkten man sie billiger ausführen kann, ohne ihre Güte zu beeinträchtigen. Auf diesem Wege müssen wir dazu kommen, daß der Konstrukteur seine Arbeiten werkstattechnisch bis in alle Einzelheiten durchdenkt, an ihnen während ihres ganzen Ganges durch die Fertigung Anteil nimmt und daß er seinen Stolz darein setzt, nur solche Konstruktionen herauszubringen, die der Werkstatt, von der Modelltischlerei und Schmiede angefangen bis zum Zusammenbau, so wenig Arbeit wie möglich verursachen.

In solchen Zusammenkünften sollte man sowohl den Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung an der Hand von Falsch-Richtig-Bildern als auch Werkstofffragen behandeln. Unterlagen für die Behandlung der Werkstoffe bieten die ausgezeichneten Werkstoff-Handbücher[10]), die gelegentlich der Werkstofftagung erschienen sind, während über den Einfluß der Gestaltung die schon erwähnten „Falsch- und Richtig"-Bilder reichen Stoff geben.

Dabei müßten die Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft dafür sorgen, daß die einzelnen Vorträge in wohlüberlegter Folge gehalten werden; man darf nicht nur das Interessanteste naschen, sondern muß die einzelnen Gebiete systematisch durcharbeiten. Wenn irgendwo, heißt es hier: Nicht vielerlei, sondern vieles! Hierin muß man gründliche Arbeit leisten, auch wenn es mehrerer Jahre bedarf, bis das gesamte Gebiet durchgearbeitet ist.

Ich weiß nicht, ob man nicht darüber hinaus noch den Firmen vorschlagen sollte, in regelmäßigen Abschnitten, etwa alle 14 Tage, Besprechungen in Form kurzer Vorträge mit anschließender Aussprache zwischen Betriebsingenieuren und Konstrukteuren einzuführen. Diese Einrichtung macht keineswegs die Arbeit in den ADB-Ortsgruppen überflüssig, sondern ergänzt sie in dem Sinne, daß besondere Erfordernisse der Werke in diesen Besprechungen auch ihre besondere Berücksichtigung finden. Wir haben im Krupp-Grusonwerk einen Versuch mit dieser Einrichtung gemacht, der sich bis jetzt sehr bewährt hat. Die Abende erfreuen sich eines recht guten Besuchs, ein Beweis dafür, daß der Konstrukteur diesen Fragen heute großes Interesse entgegenbringt.

Handbücher für werkstattgerechtes Konstruieren und über Werkstoffe

Darüber hinaus möchte ich mir noch eine weitere Anregung erlauben, um die Grundregeln für werkstattgerechtes Konstruieren dem in der Praxis stehenden Ingenieur in Fleisch und Blut übergehen zu lassen und ihm die Unterlagen für neuzeitliche Werkstoffkunde in die Hand zu geben: Schaffen wir ein Handbuch für den Konstrukteur, das ihm an der Hand von „Falsch- und Richtig"-Bildern die Grundregeln des werkstattgerechten Konstruierens dauernd vor Augen hält, und geben wir ihm statt veralteter Zahlentafeln entsprechend dem größeren Umfange der heutigen Werkstoffkunde ein „Werkstoffbuch" in die Hand, aus dem er alles entnehmen kann, was er Tag für Tag auf diesem Gebiete braucht. Beide Handbücher, über Werkstoffe und über die Grundregeln für werkstattgerechtes Konstruieren, sollte der Konstrukteur bei seiner Arbeit stets neben sich zu liegen haben.

Abb. 1
Einteilung des Handbuches und Verzeichnis der Werkstoffe und Werkstücke, über die es Angaben enthält.

Das Handbuch für werkstattgerechtes Konstruieren ist m. E. schnell zu schaffen: Eine große Anzahl von Firmen, die MAN, AEG, das Krupp-Grusonwerk und andre, haben bereits Winke für den Konstrukteur herausgegeben; auch bei der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale ist eine gute Sammlung erschienen, und es bedarf nur der Sammlung und Sichtung des reichhaltig vorhandenen Stoffes. Der Sichtung bedarf es dabei sicher; denn ich habe doch einige Winke gefunden, denen man nicht gut zustimmen kann.

Ich habe die Forderung nach einem Handbuch für werkstattgerechtes Konstruieren auf der Tagung für Maschinenelemente am 8. und 9. Juli 1927 in Erfurt gestellt und habe mit besonderer Freude in den VDI-Nachrichten[11]) gelesen, daß auf Veranlassung von Dr. Köttgen die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale und der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung die Aufgabe in die Hand genommen haben, eine umfassende Sammlung von Beispielen zu schaffen, die dem Konstrukteur zeigen soll, welche Fehler er zu vermeiden hat und wie er richtig arbeiten muß, um der Werkstatt die Herstellung zu erleichtern. Ich möchte aber vorschlagen, daß diese Beispielsammlung nicht nur als kleine Diapositive oder große Zeichnungen zum Aufhängen in den Konstruktionsbüros, sondern in einer handlichen Größe — etwa im Dinformat A 5 wie die Blätter der beiden Werkstoff-Handbücher — erscheint. Diese Blätter müßten ebenfalls zu einem Ringbuch zusammengeheftet werden, damit man das Buch nach den in Frage kommenden Abteilungen jeweils einordnen kann[12]).

Gegen das von mir vorgeschlagene Werkstoffbuch werden viele einwenden, daß wir ja bereits die

[10]) Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1927, und Werkstoff-Handbuch Nichteisenmetalle, Beuth-Verlag, Berlin 1927. Beide Handbücher sind Ringbücher, deren einzelne Blätter man jederzeit erneuern oder in verschiedener Zusammenstellung einheften kann.

[11]) VDI-Nachrichten Nr. 5 vom 1. Febr. 1928 S. 3.

[12]) Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure ist gemeinsam mit der Techn.-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale im Begriff, diese Sammlung, die den Namen „Werkstattgerechtes Konstruieren" tragen soll, in der hier vorgeschlagenen Form herauszugeben.

Zahlentafel 1. Beispiel des Werkstoffhandbuches für Flußstahl gewalzt.

Formeisen I [˥ ⎍ *Stabeisen* [⊥ ● ▨ *Breiteisen* ▭

Bezeichnung	Werkstoff-Abkürzung im Gwk.	nach DIN	Eigenschaften und Zustand	Allgemeiner Verwendungszweck	Festigkeitswerte: Zugfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Bruchdehnung mindestens vH, Probestab bei $l = 5\,d$	bei $l = 10\,d$	Härte nach Brinell	Spez. Gewicht kg	Preis für 100 kg etwa ℳ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fluß-Eisen	Fl. E.	St 00. 12	Handelsgüte	Eisenkonstruktionen ohne folgende Bearbeitung	34 bis 42	21	25	20	95 ÷ 115	7,85	
desgl.	Fl. E.	St 34. 12	gut feuerschweißbar	Dieser Werkstoff ist fast der gleiche wie St 34. 11 und wird auch für dort genannte Werkstücke verwendet	34 bis 42	21	für Dicke 5 bis 7 = 22 7 „ 8 = 26 8 „ 30 = 30	für Dicke 5 bis 7 = 18 7 „ 8 = 22 8 „ 30 = 25	95 ÷ 115	7,85	
desgl.	Fl. E.	St 37. 12	Normalgüte	Nur in Sonderfällen für Form-, Stab- und Breiteisen (Universaleisen) Baublech II verwenden	37 bis 45	23	5 „ 7 = 18 7 „ 8 = 22 8 „ 30 = 25	5 „ 7 = 15 7 „ 8 = 18 8 „ 30 = 23	100 ÷ 125	7,85	
Fluß-Stahl	w. Fl. St.	St 44. 12	Sondergüte	Im allgemeinen genügt St 00. 12 und St 34. 12	44 bis 52	26	5 „ 7 = 18 7 „ 8 = 22 8 „ 30 = 24	5 „ 7 = 15 7 „ 8 = 18 8 „ 30 = 20	120 ÷ 140	7,85	
Freund-Stahl	F. St.	—	Sondergüte	Eisenkonstruktionen (aus Blechen, Form- und Stabeisen), wenn es auf besondere Festigkeit der Konstruktion ankommt	48 bis 53	36	—	28	130 ÷ 145	7,85	
Silizium-Baustahl	Si. St.	—	Sondergüte		48 bis 58	36	—	mindestens 22	130 ÷ 160	7,85	
hochwertiger Baustahl	St 48	St 48	Sondergüte		48 bis 58	29	—	18	130 ÷ 160	7,85	

beiden vorzüglichen Werkstoff-Handbücher — „Stahl und Eisen" und „Nichteisenmetalle" — haben. Aber das ist nicht das, was ich meine. Das Werkstoffbuch, das wir dem Konstrukteur neben sein Reißbrett legen sollten, müßte Zahlentafeln enthalten, aus denen er in bequemster Weise die verschiedenen ihm zur Verfügung stehenden Werkstoffe und deren kennzeichnende Werte entnehmen kann und das ihm vielleicht noch einige andre Unterlagen über die Werkstoffe rasch vermittelt. Auch über Preise sollte das Werkstoffbuch angenäherte Angaben enthalten; gerade darauf lege ich besonderen Wert. Wenn auch die Preise gewissen Schwankungen unterworfen sind, so gibt doch die angenäherte Preisangabe dem Konstrukteur die Möglichkeit, den wirtschaftlichsten Werkstoff zu verwenden.

Ich glaube, daß ich das, was ich meine, am besten an der Hand einiger

Beispiele aus dem Werkstoffbuch

des Krupp-Grusonwerkes klarmachen kann.

Den Werkstofftafeln haben wir Werkstücktafeln angefügt, die Angaben darüber enthalten, aus welchem Werkstoff bestimmte Stücke angefertigt werden können oder sollen. Die Texte in den einzelnen Spalten unterliegen noch einer dauernden Weiterbearbeitung dadurch, daß die Bureaus und Betriebe in regelmäßigen Abständen Verbesserungsvorschläge zu machen haben.

Zahlentafel 2. Beispiel des Werkstoffhandbuches für Sonderstähle.

Bezeichnung	Werkstoff-Abkürzung im Gwk.	nach DIN	Eigenschaften bzw. Zustand	Allgemeiner Verwendungszweck	Festigkeitswerte: Zugfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze in vH der Zugfestigkeit	Bruchdehnung mindestens vH bei $l = 5\,d$	bei $l = 10\,d$	Härte nach Brinell	Skleroskop	Spez. Gewicht kg	Preis für 100 kg etwa ℳ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Legierte Baustähle												
Mangan-Stahl	D 8		ölvergütet, wasservergütet	Kurbelwellen, Achsen, Achsschenkel, Kardanwellen usw.	65 bis 85	60 bis 65	20 bis 14	17 bis 12	167	28	7,85	
Nickel-Mangan-Stahl	F M 510		ölvergütet, wasservergütet		75 „ 95	60 „ 65	18 „ 12	15 „ 10	180	30	7,95	
Silizium-Mangan-Stahl	C 40		ölvergütet		85 „ 95	70	16 „ 12	13 „ 10	195	32	7,85	
Chrom-Stahl	L 611		ölvergütet, wasservergütet		85 „ 105	70 bis 80	16 „ 10	13 „ 8	180	30	7,85	
Ventilkegelstähle												
Chrom-Nickel-Stahl	V 14			Motorenventile für geringe Leistungen	Zugfestigkeit bei versch. Temperaturen kg/mm²						7,85	
Nickel-Stahl	D 21				Temperatur	G 4851	E M 610	L M 70			7,85	
Chrom-Stahl	G 4851			höchstbeanspruchte Ventile, insbesondere Auslaßventile der Verbrennungsmotoren	20°	75	80	74			7,85	
Legierter Stahl	E M 610				700°	27	33	50			7,85	
desgl.	L M 70				800°	17	23	42			7,85	

Zahlentafel 3. Beispiel für Eisen- und Stahlbleche (Fein-, Mittel-, Grob-, Riffel- und Warzen-

Bezeichnung	Werkstoff-Abkürzung im Gwk.	nach DIN	Eigenschaften bezw. Dicke	entsprechend DIN-Bl. oder Gwk. Norm-Bl.	Allgemeiner Verwendungszweck	Vorhanden in den Abmessungen	Härte nach Brinell	Skleroskop
1	2	3	4	5	6	7	8*)	9*)
Eisenbleche, im allgemeinen (Eisenbleche werden in verschiedener Güte hergestellt: 1) gewöhnliche Bleche, 2) Baubleche I und II nach DIN 1621, 3) Schiffsbleche,								
Eisenblech	E. Bl.	St 00. 21	unter 1 mm	DIN 1621 Gwk. 4122	Schwarzblecharbeiten, z. B. Schutzhauben, Schutzkappen usw., wie sie vom Klempner gefertigt werden	s. Gwk. 1436	—	—
desgl.	E. Bl.	St 00. 21	1 bis unter 5 mm	„	Blecharbeiten, Schutzhauben, Umhüllungen, Behälter u. dergl., die nur genietet (nicht gebogen und geschweißt) werden	—	—	—
desgl.	E. Bl.	St 00. 21	5 bis 12 mm	„		—	—	—
desgl.	E. Bl,	St 00. 21	über 12 bis 120 mm	„	Teile, die autogen oder maschinell aus Blech (anstelle von Ausschmieden) geschnitten werden	s. Gwk. 1436	—	—
Baubleche I	Baubl. I	St 37. 21	1 bis 20 mm	„	Bau- und Eisenkonstruktionen	—	100 bis 125	16 bis 20
Baubleche II	Baubl. II	St 42. 21	1 bis 20 mm	„		—	115 bis 140	19 bis 33
Eisenbleche,								
S. M. Eisenblech	S. M. E. Bl.		1 bis unter 3 mm		Blecharbeiten, Behälter, Schutzhauben usw., die geschweißt und gebogen werden	s. Gwk. 1436	—	—
desgl.	S. M. E. Bl.		3 bis 12 mm garantiert schweißbar		desgl.	s. Gwk. 1436	90 bis 115	15 bis 19
Riffel-, Warzen-								
Riffel- und Warzenblech	Riff. Bl. Warz. Bl.		5 und 6 mm (im Grund zu messen)		Abdeckplatten usw.	s. Gwk. 1436	—	—
verzinktes Eisenblech	verz. E. Bl.		1 bis 10 mm		Schornsteine, Mulden usw. sonstige Blecharbeiten	s. Gwk. 1436	100 bis 125	16 bis 20
2 × zunderfrei gebeiztes Eisenblech	2 × zunderfrei gebeiztes E. Bl.		1,2 bis 2 mm		Rollen für Hängerecks	—	90 bis 115	15 bis 19
Weißblech	Weiß-Bl.		0,28 bis 1,5 mm		Klempnerarbeiten	—	—	—
Stahl-								
Stahlblech	St. Bl.		1 bis 1,20 mm		Blecharbeiten aller Art, von denen besondere Widerstandfähigkeit gegen Abnutzung usw. gefordert wird, Preßplatten usw.	s. Gwk. 1436	140 bis 165	23 bis 27
desgl.	St. Bl.		5 bis 20 mm		Verschleißplatten usw.	—	165 bis 190	27 bis 31
desgl.	St. Bl.		mit etwa 0,2 mm starkem B 141-Überzug		Sonderzwecke	—	—	—

*) In der Vorlage Spalte 12 und 13.

Abb. 1 zeigt die Einteilung des Handbuches und das Verzeichnis der Werkstoffe, über die es Angaben enthält. Die Werkstücke sind nach ihren Anfangsbuchstaben geordnet.

In Zahlentafel 1 bis 3 sind einige Seiten des Werkstoffbuches als Beispiele dargestellt. Spalte 2 und 3 enthalten für die Übergangszeit bis zur allgemeinen Einführung der Dinormen die im Krupp-Grusonwerk

Zahlentafel 4. Beispiel für eine Werkstücktafel.

Werkstück-Benennung	Werkstoff-Bezeichnung	Abkürzung im Gwk.	nach DIN	Festigkeitswerte: Zugfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Bruchdehnung bei $l = 10\,d$ und vH	Ausführliche Werkstoff-Angaben s. Tabelle Seite	Bemerkungen oder Notizen, für welche Maschinen das Werkstück verwendet wird	Register
Achsen									
für niedrige Beanspruchung	weicher Flußstahl	w. Fl. St.	St 42. 11	42 bis 50	23 bis 27	20	4 bis 5		
„ mittlere „	mittelharter „	m. h. Fl. St.	St 50. 11	50 „ 60	27 „ 33	18	„		
„ hohe „	Vergütungsstahl	E 9	St C 45. 61	60 „ 70	34	16	8 „ 9		
.. höhere „	„	P 15	—	65 „ 75	45	17	10 „ 11		A
Brechbacken	harter Stahlguß	h. St. G.	St 60. 81	60	—	8	26 „ 27		
	Schalenguß	Sch. G.	—	—	—	—	28 „ 29		B
Exzenter	mittelhart. Flußstahl	m. h. Fl. St.	St 50. 11	50 bis 60	27 bis 33	18	4 „ 5		E
Kurbelwellen									
für niedrige Beanspruchung	„ Stahlguß	m. h. St. G.	Stg 45. 81	45	—	16	26 „ 27		
„ „ „	weicher Flußstahl	w. Fl. St.	Sb 42. 11	42 bis 50	23 bis 27	20	4 „ 5		
„ mittlere „	mittelhart. „	m. h. Fl. St.	St 50. 11	50 „ 60	27 „ 33	18	„		
„ hohe „	Vergütungsstahl	P E 7..	—	110 „ 120	100	8	10 „ 11		K

bleche usw.) unter 3 mm, 3 bis 5 mm, über 5 mm.

Festigkeitswerte				Spezifisches Gewicht		Preis für 100 kg etwa	Bemerkungen
Zugfestigkeit	Streckgrenze	Bruchdehnung mindest vH Probestab bei $l=5d$	bei $l=10d$				
kg/mm²	kg/mm²			kg		ℳ	
10	11	12	13	14	15	16	17
nicht schweißbar							
4) Kesselbleche, 5) Sonderbleche mit abweichenden Bedingungen)							
Gütezahlen werden nicht garantiert				7,85			
				7,85			
				7,85			
				7,85			
37 bis 45	—	—	18 bis 20 je nach Blechdicke	7,85			
42 bis 50	—	—	16 bis 20 je nach Blechdicke	7,85			
schweißbar							
Gütezahlen werden nicht garantiert				7,85			
34 bis 42	—	30	25	7,85			
bleche usw.							
Gütezahlen werden nicht garantiert				7,85			
37 bis 45	—	20	18	7,85			
34 bis 42	—	30	25	7,85			
—	—	—	—	7,7			
bleche							
50 bis 60	—	22	mindestens 18	7,85			
60 bis 70	—	10	8	7,85			
—	—	—	—	7,85			

(Gwk.) üblichen und die nach DIN vorgeschriebenen Abkürzungen. In die Spalte „Preis" kann man die wirklichen Preise für die Gewichtseinheit oder Verhältniszahlen einsetzen. In Zahlentafel 2 sind besonders bemerkenswert die Angaben über die Festigkeit bei verschiedenen Temperaturen.

In Zahlentafel 4 sind Ausschnitte aus verschiedenen Blättern der Werkstücktafeln zusammengestellt. Der Konstrukteur findet z. B. unter K Angaben über den Werkstoff für Kurbelwellen für verschiedene Beanspruchungen.

In der drittletzten Spalte der Werkstücktafeln wird darauf hingewiesen, auf welcher Werkstofftafel man nähere Angaben über den zu verwendenden Werkstoff findet.

Die Hauptarbeit bei der Zusammenstellung dieser Tafeln bestand darin, aus der Fülle dessen, was der Werkstoffhersteller heute bietet, das herauszuschälen, was dem Konstrukteur jederzeit zur Verfügung stehen muß, und den gesichteten Stoff in eine übersichtliche und für den täglichen Gebrauch geeignete Form zu bringen.

Ich bin mir bewußt, daß solch aus der Zusammenarbeit der Fachgenossen entstandenes Werkstoffbuch den Bedürfnissen jedes Werkes erst angepaßt werden muß. Es müßte eben möglichst alles enthalten, was dem Konstrukteur, ohne Rücksicht auf die besondere Art der von ihm bearbeiteten Maschinen oder Apparate, heute an Werkstoffen zur Verfügung steht. Dann würde dem einzelnen Werk die Arbeit, sich ein ähnliches Buch zu schaffen, außerordentlich erleichtert, weil es nur das auszusondern und zusammenzuheften hat, was es braucht; und das ist leichter, als sich zu überlegen, was man alles erst zusammenstellen muß, wenn man nichts vergessen will.

Aussprache

In der Aussprache, die sich dem Vortrage von Dr.-Ing. Grießmann anschloß, unterstützte u. a. Prof. Hanner aus eigenem Erleben im Konstruktionsbureau und im Betrieb sowie durch seine Feststellungen als Praktikantenprofessor der Technischen Hochschule Berlin die Forderung, daß die praktische Ausbildung der Studierenden verlängert werden sollte. Außer dem Mißstand, daß sich viele junge Leute ohne technische Begabung zum Ingenieurberuf drängen, sind zwei Ursachen für die unzulängliche Ausbildung zu nennen: mangelhafte und zu spät einsetzende Beratung der Abiturienten über die vor der Hochschule durchzumachende praktische Ausbildung und die wirtschaftlichen Verhältnisse, die manchem den Zeitaufwand für längere Praxis erschweren. Für die Beratung sind jetzt an allen deutschen Hochschulen Praktikantenstellen eingerichtet, und in Preußen werden die höheren Lehranstalten angewiesen, daß sie die Schüler zur frühzeitigen Befragung dieser Praktikantenstellen veranlassen.

Die Mehrzahl der Hchschulen stimmt der Forderung des Vortragenden nach mindestens 1½jähriger Praxis zu. Es wird den Studierenden empfohlen, ein Halbjahr vor der Hochschule und ein volles Jahr nach der Vorprüfung auf die praktische Ausbildung zu verwenden. Dies ist wesentlich besser als die Praxis in den Ferien, die der Studierende zur Verarbeitung des Lehrstoffes, zur Ergänzung seiner Studien und zur Erholung braucht. In kurzen Ferienwochen läßt sich auch eine Fabrikation und eine Betriebsorganisation nicht erfassen. Deshalb empfehlen die meisten Hochschulen längere Ausbildungsabschnitte; Ausbildungszeiten unter vier Wochen werden allgemein abgelehnt. Daß viele Werke hierin weitergehen und Praktikanten für weniger als drei Monate nicht aufnehmen, liegt auch im Interesse der Ausbildung und ist durchaus verständlich.

Die Industrie sollte aber begabten Studierenden eine längere Praxis durch Aufwandsbeihilfen ermöglichen. Für ein solches Verlangen sind die Verhältnisse zurzeit ungünstig. Die Industrie wird aber eine Hebung der praktischen Ausbildung ihrer künftigen Ingenieure nur erzielen, wenn sie der wirtschaftlichen Not vieler Befähigter Rechnung trägt. Daß eine solche längere praktische Ausbildung noch nicht Vorschrift ist, rührt daher, daß die für diese Ausbildung aufgestellten Ausführungsbestimmungen ein Kompromiß zwischen weitgehenden Forderungen und zurückhaltenden Erwägungen darstellen. Wenn die Industrie bessere Praxis mit Nachdruck fordert und nach dem Vorbild der Hütten- und Walzwerke den fähigen und strebsamen Praktikanten durch Beihilfen längeres Praktizieren ermöglicht, werden die maßgebenden Stellen eine eingehendere Ausbildung der Maschinen- und Elektroingenieure voraussichtlich ebenso vorschreiben, wie dies bereits mehrfach für die Architektur-Studierenden gemacht wurde. Diese Unterstützung Befähigter ist kein verlorener Aufwand. Wenn sich ein Werk für seine Praktikanten einsetzt, ermöglicht dies auch eine gute Auslese für die Ergänzung seines Ingenieurstabes[13]).

[13]) Kurz nach diesem Vortrag gaben die Industrieverbände erneut ein Werbeblatt für die Ingenieurausbildung an ihre Betriebe; gleichzeitig erschien ein für die Betriebsingenieure zusammengestelltes Merkblatt des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen zur Praktikantenausbildung

Molybdänwiderstandofen

Mit dem elektrischen Ofen mit Platin als Heizwiderstand lassen sich Temperaturen bis 1300 ° mühelos erreichen. Das Platin braucht man nicht gegen Oxydation zu schützen. Dagegen verdampft es schon etwas bei der Temperatur von 1300 °, wodurch die Haltbarkeit des Heizwiderstandes vermindert wird, da man bei dem hohen Platinpreis die Dicke des Heizwiderstandes an und für sich schon so gering wie möglich wählt.

Nach Vervollkommnung der Herstellverfahren für Drähte aus Molybdän war man daher bestrebt, dieses Metall mit seinem hohen Schmelzpunkt auch für Heizzwecke zu verwenden; da es aber gegenüber dem Platin die Eigenschaft hat, an der Luft in glühendem Zustande zu verbrennen, mußte man zunächst diese Oxydation mit Sicherheit verhindern. Um die Heizspule herum mußte man eine Schutzatmosphäre schaffen, die keinen freien Sauerstoff enthält. Einzelne Gase, z. B. Wasserstoff oder Gasgemenge wie Wassergas, erfüllen diesen Zweck, doch ist die Beschaffung und Handhabung dieser Gase nicht immer einfach.

Nach vielen Versuchen ist es der Firma W. C. Heraeus, Hanau, gelungen, im Methylalkohol eine Flüssigkeit zu finden, die, in Dampf übergeführt, eine Oydation in ausgezeichneter Weise verhindert. Das aus gasdichter Masse bestehende Heizrohr ist von einem zweiten Rohr aus der gleichen Masse umgeben; der in einem Tropfgefäß befindliche Methylalkohol tropft allmählich in ein U-förmiges Rohr, von dem der eine Schenkel, der am Ofen liegt und zwischen den beiden Rohren ausmündet, geheizt wird, so daß hier der flüssige Methylalkohol verdampft. Der Dampf durchströmt den Zwischenraum zwischen den beiden Röhren, die Wicklung vor der Oxydation schützend, und tritt am andern Ende des Ofens durch ein enges Rohr aus, an der Spitze des Rohres mit einer kleinen, nichtleuchtenden Flamme verbrennend, wodurch das Arbeiten mit dem Ofen in keiner Weise behindert wird.

An dem Ofen, Abb. 1, ist links das Tropfgefäß angebracht, das rd. 200 cm³ Methylalkohol enthält für einen Betrieb von 1½ bis 2 h. Bei Dauerglühungen bis 1450 ° ist der Ofen sehr gut haltbar, und er kann vorübergehend auch auf 1500 ° erhitzt werden. Wenn er für darüber hinausgehende Temperaturen nicht verwendet werden kann, so liegt das lediglich daran, daß es bis heute noch keine keramische Masse gibt, die bei Temperaturen über 1500 ° gasdicht und hitzebeständig ist.

Soll der Röhrenofen auch in senkrechter Lage gebraucht werden, so wird mittels eines Dreiweghahnes Wasserstoff durch den Ofen über die Heizspirale geleitet, da der Behälter für Methylalkohol nur für die wagerechte Lage eingerichtet ist.

Der Ofen, Abb. 2 und 3, besteht aus dem Heizrohr *a*, dem Schutzrohr *b*, dem Schamotterohr *c*, das von den Stirnwandungen *n* des Ofengehäuses *d* gehalten wird; der Leitung *f* mit dem Dreiweghahn *h*, auf der der Heizkörper *g* und der Flüssigkeitsbehälter *e* befestigt sind. Das Schutzrohr *b* wird von den Schamotteringen *i* und den Stirnfassungen *k* gehalten. Zwischen den Stirnfassungen *k* und den Schamotteringen liegen eine Anzahl Asbestringe. In dem Schutzrohr *b* liegt das Heizrohr *a*, das mittels Asbestschnur in den Überwurfmuttern oder Stopfbüchsen *m* gehalten und gedichtet wird. Der Heizraum ist also durch die Einlage aus Asbestschnur in der Verschraubung oder Stopfbüchse *m* und durch die zwischen den Stirnfassungen *k* und den Stirnböden *n* gelegenen Asbestringe *o*, die mit Wasserglas getränkt sind, abgeschlossen. Die eine Stirnfassung *k* hat einen ringförmigen Kanal *p*, der mit der Leitung *f* verbunden ist. Die Zuleitungen zum Heizrohr sind zwischen den Asbestringen *o* hindurchgeführt. Das Heizrohr *a* und das Schutzrohr *b* sind aus schwerst schmelzbarer gasdichter keramischer Masse hergestellt, die nur eine geringe elektrolytische Leitungsfähigkeit haben darf.

Abb. 1
Ansicht des Molybdän-Widerstandofens.

Abb. 2 und 3
Wagerechter Röhrenofen mit Molybdän als Heizwiderstand und mit Vorrichtung zur Verhinderung der Oxydation.

a Heizrohr
b Schutzrohr
c Schamotterohr
d Ofengehäuse
e Flüssigkeitsbehälter
f Leitung
g Heizkörper
h Dreiweghahn
i Schamottering
k Stirnfassung
m Überwurfmutter
n Stirnwandung
o Asbestring
p ringförmiger Kegel
q Ausströmrohr für Methylalkoholdämpfe

Auf das Heizrohr *a* ist Molybdändraht in schraubenförmigen Windungen aufgewickelt. In dem als Tropfgefäß ausgebildeten Behälter *e* befindet sich der Methylalkohol. Seitlich am Tropfgefäß ist ein kleines Röhrchen angeordnet, das zur Entlüftung der Leitung *f* dient. Ein etwaiges Überlaufen des Methylalkohols bedeutet daher keine Undichtigkeit, sondern nur, daß sich genügend Methylalkohol in der Leitung befindet.

Bei der Inbetriebnahme des Ofens ist zunächst der Behälter mit Methylalkohol zu füllen und der Tropfer so einzustellen, daß etwa 100 Tropfen in 1 min fallen. Dann ist die Heizwickelung für die Verdampfung des Methylalkohols, die etwa 30 W aufnimmt und für dieselbe Spannung gewickelt wird, für die der Ofen eingerichtet ist, einzuschalten. Hat die Verdampfung begonnen, dann kann auch der Ofen eingeschaltet werden. Die bei *q* ausströmenden Methylalkoholdämpfe werden entzündet und der Tropfer auf etwa 30 bis 40 Tropfen in 1 min eingestellt. Während des Betriebes ist darauf zu achten, daß die etwa 3 cm lange Flamme dauernd brennt und nicht zum Erlöschen kommt, da sonst sofort die Heizwicklung zerstört würde. Bei Außerbetriebsetzung des Ofens ist zuerst die Heizwicklung des Ofens abzuschalten; erst wenn der Heizkörper unter Rotglut erkaltet ist, darf die Heizwicklung für die Verdampfung des Methylalkohols abgeschaltet werden. Den Ofen muß man langsam anheizen, damit die Röhren nicht springen. Im allgemeinen soll die Höchsttemperatur von 1500 ° etwa in 1½ bis 2½ h erreicht werden; den Methylalkoholbehälter muß man von Zeit zu Zeit nachfüllen. Zu diesen elektrischen Öfen mit Molybdän als Heizwiderstand kann man auch selbsttätige Temperaturregler wie bei den Platinöfen verwenden, da auch Molybdän einen hohen positiven Temperaturkoeffizienten hat. [M 1202]

Schweinfurt Ing. P. W. Döhmer

Die Steuerung dieselelektrischer Lokomotiven

Von Reg.-Baumeister M. Süberkrüb, Breslau

Die verschiedenen Steuerungsarten bei gleichbleibender und bei veränderlicher Drehzahl des Antriebmotors werden unter Berücksichtigung ihres Einflusses auf den Gesamtwirkungsgrad der Lokomotive untersucht und verglichen.

Allgemeines

Von den verschiedenen Übertragungsarten bei Motorlokomotiven[1]) ist die elektrische Übertragung den andern Übertragungsarten, wie z. B. der Übertragung mit Zahnräder-Wechselgetrieben oder mit Flüssigkeitsgetrieben usw., praktisch überlegen. Dies ist neben der hohen Betriebsicherheit, der großen Lebensdauer, den geringen Unterhaltungskosten, der Möglichkeit des Einbaues größter Leistungseinheiten, vor allem der guten Steuerung der elektrischen Übertragung zuzuschreiben, deren Vorteile in der stoßfreien und gleichmäßigen Zugkraft- und Geschwindigkeitsregelung liegen. Diese Vorteile sind so bedeutend, daß sie den Nachteil des großen Gewichtes der elektrischen Übertragung aufheben, und es lohnt sich daher, die verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten der elektrischen Übertragung zu untersuchen und zu vergleichen.

Als zur Steuerung gehörig würden auch das Anlassen und die Umsteuerung zu betrachten sein. Das Anlassen des Verbrennungsmotors ist aber für alle Steuerungsarten in gleicher Weise durch Druckluft oder durch Antrieb vom Stromerzeuger oder von der Erregermaschine aus möglich. Weiter ist die Umsteuerung für alle Steuerungsarten in gleicher Weise durch Umkehrung der Stromrichtung in den Motorfeldern erreichbar. Daher kann von der Umsteuerung und dem Anlassen in der nachfolgenden Betrachtung abgesehen werden, und es bleibt nur der Vergleich der Steuerung in der Anfahrt, in der Dauerfahrt und bei Belastungsänderung übrig.

Grundlagen der Steuerungen

Für die Steuerung dieselelektrischer Lokomotiven kommen folgende Steuerungsarten in Betracht:

1. Steuerung mit gleichbleibender Drehzahl des Antriebmotors

Bei dieser Steuerung wird die Drehzahl des Antriebmotors (Diesel- oder Benzinmotors) mit einem Fliehkraftregler unveränderlich gehalten und die Steuerung der Lokomotive nur durch Feldänderung des Stromerzeugers erreicht. Diese Steuerungsart ist von Prof. Lomonossoff bei der ersten russischen dieselelektrischen Lokomotive verwendet worden[2]).

2. Steuerung mit veränderlicher Drehzahl des Antriebmotors

Bei dieser Steuerungsart wird außer der Feldänderung des Stromerzeugers auch noch die Drehzahländerung des Antriebmotors und Stromerzeugers zur Lokomotivsteuerung herangezogen. Vertreter dieser Steuerungsart sind:

a) die Steuerung der Forges et Ateliers de Constructions Electriques de Jeumont in Paris nach DRP 413 889 Kl. 63c Gr. 1 und
b) die Steuerung der General Electric Co. und der AEG nach Hermann Lemp[3]).

Außerdem ist eine Steuerung durch Schaltung der Elektromotoren bei gleichbleibender Stromerzeugerspannung und Dieselmotor-Drehzahl möglich. Diese Schaltung hat Einfluß auf die Wahl der Stromerzeuger-Bauart; denn der Stromerzeuger muß nach der Erwärmung bemessen werden, die wieder vom Quadrat des vom Stromerzeuger zu liefernden Stromes, also von der Schaltung der Motoren abhängt. Schließlich verbessert sie den Dynamowirkungsgrad, der bei hohen Spannungen besser ist als bei kleineren. Aus diesem Grunde wird die Steuerung häufig als Ergänzung der unter 1 und 2 beschriebenen Steuerungen benutzt. So ist sie von Bedeutung; wenn die Lokomotive jedoch nur durch Schalten der Motoren gesteuert werden soll, wird die Steuerung zu verwickelt und kann daher bei der nachfolgenden Betrachtung außer acht gelassen werden.

Einen gewissen Einfluß auf die Steuerung hat auch der Antrieb der Hilfsbetriebe, da diese vielfach gleichbleibende Antriebdrehzahlen verlangen. Bei der Steuerung nach Lomonossoff können die Hilfsbetriebe sowohl vom Hauptmotor als von der Erregermaschine angetrieben werden. Bei den andern Steuerungsarten müßte ein besonderes Aggregat vorgesehen werden. Dies ist ein Vorteil der Lomonossoff-Steuerung, der unter Umständen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Steuerungsarten haben kann.

3. Die physikalischen Grundlagen der Steuerung

Zweck der Steuerung ist, dem Fahrzeug möglichst einfach und stetig diejenige Zugkraft zu geben, die zur Erreichung einer bestimmten Geschwindigkeit entsprechend dem Gelände, der Anhängelast, der Fahrtrichtung und der Witterung notwendig ist. Den elektrischen Motoren (Gleichstrom-Reihenschlußmotoren) muß daher immer diejenige Klemmenspannung aufgedrückt werden, die den zur Entwicklung des Motordrehmomentes notwendigen Strom durch den Anker fließen läßt. Zur Feststellung des bei allen Lokomotivgeschwindigkeiten notwendigen Dynamofeldes muß man daher die Motorkennlinie heranziehen. Hiernach gelten für Reihenschlußmotoren folgende Beziehungen:

$E_k = k_1\, n\, \Phi_m - I_m (r_a + r_e)$, wenn bedeutet:

E_k Klemmspannung in V,
n Motordrehzahl in Uml./min,
Φ_m Motorfeld (Kraftfluß),
I_m Motorstrom in A,
r_a Ankerwiderstand des Motors in Ω,
r_e Erregerwiderstand des Motors in Ω und

$k_1 = \frac{p}{a}\,\frac{A\,10^{-8}}{60}$ = Motorkonstante ist.

Diese Spannung muß (abgesehen vom Leitungsverlust) vom Stromerzeuger abgegeben werden. Die Dynamospannung muß also sein,

$$E_d \simeq E_k,$$

und

$$n_d\, k_2\, \Phi_d - I_m R_a = k_1\, n\, \Phi_m - I_m (r_a + r_e),$$

wenn darin n_d die Dynamodrehzahl, Φ_d Dynamofeld, R_a Ankerwiderstand der Dynamo und $k_2 = \frac{p}{a}\,\frac{A\,10^{-8}}{60}$ = Dynamokonstante ist.

So erhält man für das Dynamofeld:

$$\Phi_d = \frac{k_1\, n\, \Phi_m - I_m (r_a + r_e + R_a)}{n_d\, k_2} \quad \ldots \quad (1).$$

Gl. (1) gibt an, wie groß das Stromerzeugerfeld und die Stromerzeugerdrehzahl bei verschiedenen Strömen, Feldern und Drehzahlen der Elektromotoren sein muß. Besteht eine bestimmte Abhängigkeit zwischen Φ_d, I_m und n, und ist diese bekannt, so läßt sich auch die Größe des notwendigen Stromerzeugerfeldes ermitteln.

Der Erregerstrom ist gleich dem Ankerstrom; das Motorfeld daher vom Ankerstrom und von der Form der Magnetisierungslinie abhängig.

Bei der allgemeinen Magnetisierungslinie steigt das Feld bis zum Knie verhältnisgleich mit I_m, dann weniger als verhältnisgleich und bei sehr großen Strömen fast nicht mehr mit I_m an. Da nun für das Motordrehmoment M_m folgende Beziehung gilt:

$$M_m = k_3\, \Phi_m\, I_m \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2),$$

wobei

$$k_3 = g\,\frac{p}{a}\,\frac{A}{2\,\pi\,g}\,10^{-8}$$

ist und das Knie der Magnetisierungskurve etwa bei ⅓ und ½ des Höchststromes liegt, kann man annehmen, daß da-

[1]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 1160, Bd. 69 (1925) S. 491 und 595; Bd. 71 (1927) S. 389 und S. 900.
[2]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 51.
[3]) Beschrieben in General Electric Review Bd. 27 (1924) S. 673.

Motordrehmoment von null bis zu etwa ½ der Höchststromstärke quadratisch, darüber hinaus mehr als verhältnisgleich und bei größter Stromstärke annähernd verhältnisgleich mit dem Ankerstrom wächst.

Die Größe des Drehmomentes M_m richtet sich nach den Anforderungen, die an die Lokomotive gestellt werden. Allgemein kann man annehmen, Abb. 1, daß das Drehmoment vom Stillstand bis etwa 0,3 bis 0,5 der Höchstgeschwindigkeit gleichbleibt, während es im weiteren Verlaufe bis zur Höchstgeschwindigkeit nach der Zugkrafthyperbel $\frac{N}{n}\,0{,}974$[4]) abfallen soll. Die entsprechende Leistung (Abb. 1, N) steigt vom Stillstand bis 0,3 bis 0,5 der Höchstgeschwindigkeit linear an und bleibt dann bis zur Höchstgeschwindigkeit gleich. Diese Leistung muß von der Steuerung möglichst gut eingestellt werden. Wenn man diese Forderungen für die Anfahrt, die Dauerfahrt und wechselnde Belastung zugrunde legt, kann Gl. (1) wie folgt vereinfacht werden:

a) für das Anfahren ist I_m und Φ_m konstant zu setzen. Dann geht Gl. (1) über in

$$\Phi_d = \frac{K_1\,n - K_2}{k_2\,n_d} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3),$$

wenn die konstanten Größen in K_1 und K_2 zusammengefaßt sind.

b) in der Dauerfahrt kann Φ_m verhältnisgleich I_m gesetzt werden. Es ist also

$$\Phi_m = k_4\,I_m\,.$$

Da nun mit steigender Geschwindigkeit das Drehmoment nach der Zugkrafthyperbel verlaufen soll, so erhält man aus

$$I_m = \frac{M_m}{k_3\,\Phi_m} = \frac{N}{n}\,\frac{0{,}974}{k_3\,\Phi_m}\ ^{5)}$$

oder

$$I_m = \frac{N}{n}\,\frac{0{,}974}{k_3\,k_4\,I_m}\,.$$

Daraus bekommt man als Ankerstrom zur Erfüllung der Zugkrafthyperbel:

$$I_m = \sqrt{\frac{N}{n}\,\frac{0{,}974}{k_3\,k_4}}\,.$$

Wenn man diesen Wert in die Gleichung für die Motorklemmenspannung einsetzt, bekommt man aus:

$$E_k = E_d = k_1\,n\,\Phi_m - I_m\,(r_a + r_e)$$

bei Vernachlässigung von $I_m\,(r_a + r_e)$, die vom Stromerzeuger zu liefernde Spannung

$$E_d = k_1\,n\,k_4\sqrt{\frac{N}{n}\,\frac{0{,}974}{k_3\,k_4}} = k_2\,n_d\,\Phi_d\,.$$

Weil schließlich die Leistung bei der Dauerfahrt gemäß den Leistungsforderungen konstant sein soll, kann man setzen

$$k_1\,k_4\sqrt{\frac{N}{n}\,\frac{0{,}974}{k_3\,k_4}} = \frac{K_0}{\sqrt{n}}$$

und bekommt als Gleichung für die Dauerfahrt

$$\Phi_d = \frac{K_0\sqrt{n}}{k_2\,n_d} \quad . \; (4).$$

Abb. 1
Anfahrschaubild

Mit Hilfe der Gl. (1), (3) und (4) lassen sich die verschiedenen Steuerungen untersuchen.

4. Einfluß der Drehzahl des Dieselmotors auf den Lokomotivwirkungsgrad

Bei Einteilung der Steuerungsarten wurde unterschieden zwischen Steuerungen mit gleichbleibender und veränderlicher Drehzahl des Verbrennungsmotors. Der Einfluß der Drehzahl des Verbrennungsmotors auf den Brennstoffverbrauch ist bedeutend; sie geht aus den Wirkungsgradschaulinien des Dieselmotors hervor, die sich aus dem Brennstoffverbrauch bei verschiedenen Drehzahlen und Momenten berechnen lassen.

Derartige Werte sind z. B. von Dr.-Ing. Brown[6]) berechnet worden. Bei diesen Werten wurde jedoch nicht angegeben, welche Versuchswerte für den Brennstoffverbrauch zugrunde gelegt worden sind. Die entsprechenden Wirkungsgrade sind für die Höchstdrehzahl 450, Abb. 2, berechnet und ausgezogen dargestellt, und es ist notwendig, den Verlauf der Schaulinien nachzuprüfen. Dies ist nach den Versuchen von Professor Lomonossoff[7]) möglich. Aus den entsprechenden Schaulinien des Buches von Lomonossoff, Abb. 71, 72, 109 und 110, sind die Werte der Zahlentafel 1 entnommen, die keinen Anhalt über die tatsächliche Höhe des Brennstoffverbrauches und Wirkungsgrades geben, aber gut zur Nachprüfung der Wirkungsgrad-Schaulinien von Dr. Brown dienen können.

Zahlentafel 1
Wirkungsgrade des Dieselmotors bei verschiedenen Umlaufzahlen.

z	2	2,5	3	4	5	7	7,5	Uml./s
n	120	150	180	240	300	420	450	Uml./min
$e = 6$ C	72	88	106	139	174	—	264	kg
N	395	490	580	740	885	—	1230	PS
B	182	180	183	188	196	—	215	g/PS$_e$h
η	34,8	35	34,6	33,7	32,3	—	29,4	vH
$e = 5$ C	58	72	86,5	117	146,5	209	226	kg
N	310	400	465	610	735	960	1030	PS
B	186	180	186	192	199	218	221	g/PS$_e$h
η	34	34,3	34,0	32,9	31,8	29	28,6	vH
$e = 4$ C	46	58	70,5	95	120	169	182	kg
N	240	305	360	460	575	745	785	PS
B	192	191	196	207	209	229	232	g PS$_e$h
η	32,9	33,0	32,3	31,3	30,3	27,6	27.2	vH
$e = 3$ C	37	45	55	73	925	132	142	kg
N	180	215	255	320	380	480	500	PS
B	206	209	215	228	242	275	284	g/PS$_e$h
η	30,7	30,3	29,4	27,7	26,2	23,0	22,3	vH

Die Wirkungsgrade sind dabei aus der Formel

$$\eta = \frac{632}{10\,000\,b}$$

berechnet, wobei b (g/PS$_e$h) den Brennstoffverbrauch bezeichnet und 10 000 kcal/kg als Heizwert des Brennstoffes zugrunde gelegt worden sind.

Diese Werte sind zusammen mit den Werten von Dr.-Ing. Brown (ausgezogen) in Abb. 2 gestrichelt dargestellt.

Abb. 2
Dieselmotor-Wirkungsgrade bei verschiedener Belastung;
$\eta = f\,(M_{d1}\,n)\,c$.
Werte nach Dr. Brown ausgezogen, nach Lomonossoff gestrichelt.

[4]) In dieser Formel bedeuten N Leistung in Watt bzw. kW M_m Drehmoment in mkg bzw. m/t.

[5]) Vergl. Starkstromtechnik Bd. 2 (1921) S. 349.

[6]) Diesel-elektrische Lokomotiven im Vollbahnbetrieb, Zürich 1924, S. 48.

[7]) Diesel-elektrische Lokomotive, Berlin 1924, S. 81 u. 115.

Abb. 3
Schaltbild der Erreger- und Hilfserregermaschine nach Lomonossoff.

Wie ersichtlich ist, unterscheiden sich die von Lomonossoff angegebenen Werte von denen Browns nur in der Höhe und nicht in dem Verlauf, so daß beide Linien für die Betrachtung zugrunde gelegt werden können.

Wenn so z. B. ein Dieselmotor von etwa 1000 PS und 450 Uml./min mit gleichbleibender Höchstdrehzahl und nur halber Leistung fährt, ergibt sich aus Abb. 2 ein annähernder Wirkungsgrad von 26,5 vH, während der Wirkungsgrad bei doppelt so hohem Drehmoment aber bei 225 Uml./min etwa 35,6 vH beträgt.

Man bekommt also eine bedeutende Verbesserung des Wirkungsgrades bei Hinzuziehung der Dieselmotordrehzahl zur Steuerung. Da etwa 35,6 vH der höchste erreichbare Wirkungsgrad ist, so entsprechen 35,6 vH der im Brennstoff enthaltenen Energie 100 vH der in die elektrische Übertragung hineingesteckten Leistung. Der Wirkungsgrad der Übertragung kann daher durch Heranziehung der Dieselmotordrehzahl zur Steuerung im angenommenen Beispiel um $\frac{35,6 - 26,5}{35,6} = 26$ vH verbessert werden. Bei den Werten nach Lomonossoff ergibt sich unter gleichen Verhältnissen eine Verbesserung um $\frac{29,2 - 22}{29,2} = 24,6$ vH. Aus diesem Grunde darf man bei der Beurteilung der Steuerungen nicht nur den Übertragungswirkungsgrad, sondern muß den Lokomotivwirkungsgrad zugrunde legen, und zwar nicht den technischen, sondern den wirtschaftlichen Wirkungsgrad. Dieser hängt aber in einer bestimmten Zeit, z. B. einem Jahr, bei den verschiedenen Steuerungsarten stark von der Betriebsart ab, nämlich davon, ob Schnell-, Personen- oder Güterzugdienst, also ob wenige oder viele Anfahrten vorhanden sind.

Die Steuerungen, die mit Herabsetzung der Dieselmotor-Drehzahl zur Erzielung des günstigsten mittleren Druckes arbeiten, bringen also um so mehr wirtschaftliche Vorteile, je mehr Anfahrten oder Zugkraft- und Geschwindigkeitsschwankungen vorliegen.

Steuerung mit gleichbleibender Drehzahl des Antriebmotors

Bei dieser Art der Lokomotivsteuerung ist n_d = konst. Gl. (1), (3), (4) lassen erkennen, daß die Steuerung nur durch Änderung des Dynamofeldes, d. h. durch Änderung der Erregerspannung möglich ist. Dies läßt sich nun folgendermaßen erreichen:

a) Mit einer selbsterregten Erregermaschine, bei der die Regelwiderstände zwischen Dynamoerregung und Anker der Erregermaschine geschaltet sind. In diesem Fall ist ein Steuerschalter erforderlich, der bei der notwendigen Stufenzahl zwischen etwa 15 bis 25 A und der höchsten Erregerstromstärke (bei der ersten russischen dieselelektrischen Lokomotive höchstens 200 A) ziemlich groß und schwer ausfällt; außerdem geht in den Regelwiderständen Energie verloren, so daß von dieser Regelart abgesehen werden muß.

b) Die Regelwiderstände werden bei einer selbsterregten Erregermaschine in die Erregung der Erregermaschine eingeschaltet. Dann liegen die Verhältnisse günstiger als unter a). Doch müßten im Gebiet des unstabilen Arbeitens der Erregermaschine die Regelwiderstände zwischen Dynamofeld und Erregermaschinenanker beibehalten werden, wodurch die Schaltung verwickelt wird. Daher kommt die folgende Anordnung in Frage.

c) Die Erregung der Erregermaschine wird von einer gleichmäßigen und regelfähigen Spannung gespeist. Diese Spannungsquelle kann eine Akkumulatorenbatterie oder eine Hilfserregermaschine sein, deren Erregung durch einen Steuerschalter geregelt wird. Wenn auch so eine neue Spannungsquelle notwendig wird, so fällt doch der Steuerschalter sehr klein aus, und es lassen sich beliebig viele Stufen anordnen.

Bei der ersten russischen Diesellokomotive ist diese Regelungsart von Prof. Lomonossoff vorgeschlagen worden. Dabei wird die Erregermaschine nach Abb. 3 und 4 von einem Glühkopfmotor mit gleichbleibender Drehzahl (beim späteren Umbau der Lokomotive durch Antrieb vom Hauptdieselmotor ersetzt) angetrieben, auf dessen Welle außerdem noch eine Hilfserregermaschine sitzt. Zwischen Anker und Feld der Hilfserregermaschine liegen die Regelwiderstände des Steuerschalters.

Mit dieser Anordnung sind von Lomonossoff gegenüber der Anordnung a) folgende Vorteile erreicht:

Steuerungsart	nach a	nach c
Gewicht . . . . . kg	890	714
Stufenzahl	9	26
Erregerstrom . . A	200	5

Aus dieser Gegenüberstellung ist der Vorteil der Anordnung nach c) ersichtlich, wobei eine fast stufenlose Steuerung erreicht wird.

Bei dieser Steuerung sind für jeden Führerstand folgende Geräte notwendig: ein Strommesser, ein Spannungsmesser, ein Leistungsmesser.

Diese Steuerungsart ist der Steuerung bei Lokomotiven mit Zahnrad- und Flüssigkeitsgetrieben bedeutend überlegen, hat aber noch verschiedene Nachteile gegenüber den andern Steuerungsmöglichkeiten für die elektrische Übertragung, nämlich:

1. sie erfordert eine zweite Erregermaschine mit einer besonderen Antriebmaschine, einen Steuerschalter mit Regelwiderständen und noch sechs Meßgeräte,
2. die Steuerung arbeitet nicht ganz stufenlos, vielmehr hängt die stoßfreie Anfahrt von der Geschicklichkeit des Führers ab,
3. der Führer hat viele Meßgeräte zu beobachten,
4. der Dieselmotor arbeitet nicht wirtschaftlich.

Diese Nachteile haben zur Entwicklung der Steuerungen mit Drehzahländerung des Dieselmotors geführt.

Steuerungen mit veränderlicher Drehzahl des Antriebmotors

A. Steuerung nach DRP 413 889.

Das Schaltbild für die Steuerung der Forges et Ateliers des Constructions Electriques de Jeumont, Paris[8]), ist in Abb. 5 wiedergegeben.

Die Erregung des Stromerzeugers *a* wird von der Erregermaschine *b* gespeist, die mit Selbsterregung arbeitet und von der Fahrzeugachse aus angetrieben wird. Die Erregermaschine hat eine Zusatzerregung *c*, die von einer

[8]) Vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 176.

Abb. 4
Erregermaschine.

Batterie *d* gespeist wird. Durch den Widerstand *e* wird dabei die Wirkung der Zusatzerregung abhängig von der Brennstoffzufuhr des Antriebmotors geregelt.

Die Umlaufzahl des Antriebmotors ist veränderlich und kann sich entsprechend der Belastung frei einstellen. Daher unterscheidet sich diese Steuerung grundlegend von der Steuerung mit gleichbleibender Drehzahl des Verbrennungsmotors; denn sowohl die Drehzahl des Stromerzeugers als auch die der Erregermaschine wird zur Steuerung herangezogen. Das Verhalten dieser Steuerung geht aus folgender Betrachtung hervor:

a) Anfahren: Die Anfahrtsgleichung (3) lautet:

$$\Phi_d = \frac{K_1 n - K_2}{k_2 n_d}.$$

In dieser Gleichung ist n verhältnisgleich der Zuggeschwindigkeit. Es gehört also zu jedem n ein bestimmtes Φ_d und n_d. Um also eine Vergrößerung von n zu bekommen, muß man Φ_d verhältnisgleich, jedoch n_d umgekehrt verhältnisgleich oder auch Φ_d und n_d entsprechend ändern, damit Gleichgewicht zwischen beiden Seiten von Gl. (3) herrscht.

Im Stillstand ist für die Erregermaschine $n = 0$; das Feld des Stromerzeugers wäre daher auch null, wenn keine anderweitige Erregung vorgesehen ist. Man kann daher nicht ohne weiteres anfahren. Damit man es kann, ist für den Stromerzeuger eine Hilfserregerwicklung oder eine Erregung aus einer kleinen Akkumulatorenbatterie vorgesehen.

Mit dem Augenblick des Fahrens beginnt die Wirkung der Erregermaschine *b*. Da sich nun die Drehzahl der Erregermaschine im selben Verhältnis wie die Zuggeschwindigkeit ändert und sowohl die Spannung der Erregermaschine als auch das Dynamofeld (ungesättigtes Gebiet der Magnetisierungslinie) annähernd im Verhältnis der Drehzahl der Erregermaschine steigen, wird selbständig eine Dynamofeldänderung erreicht, die größer ist, als es die rechte Seite von Gl. (3) verlangt (wenn die Drehzahl des Dieselmotors unverändert bleibt). Daher wird selbsttätig eine Zugbeschleunigung erreicht.

Nun ist aber bei der Erregermaschine noch eine Zusatzerregung vorhanden, so daß das Dynamofeld noch größer ist, als es zur Zugbeschleunigung notwendig wäre. Damit werden aber auch der Motorstrom und das Dynamodrehmoment größer, als es die Füllung des Antriebmotors zuläßt. Dies zieht eine Verlangsamung der Dynamodrehzahl nach sich so lange, bis die Dynamospannung soweit gesunken ist, daß Dynamo- und Antriebmotor-Drehmoment gleich werden. Die Umlaufzahl des Antriebmotors sinkt also entsprechend, so daß der mittlere Druck in den Zylindern des Verbrennungsmotors durch Brennstoffzufuhr gesteigert werden kann, d. h. die Steuerung regelt auf einen günstigen mittleren Druck, wobei es von der Größe der Zusatzerregung abhängt, ob dies zugleich der günstigste Druck ist. Umlaufzahl und Drehmoment des Verbrennungsmotors passen sich so einander an, bis nach Beendigung der Anfahrt bei normaler Anhängelast des Zuges die normale Drehzahl und die normale Leistung des Verbrennungsmotors erreicht ist.

b) Dauerfahrt

Für die Dauerfahrt gilt Gl. (4):

$$\Phi_d = \frac{K_0 \sqrt{n}}{k_2 n_d}.$$

Da nach den Leistungsforderungen die Leistung in der Dauerfahrt gleichbleibt, ist auch die Dynamodrehzahl nach oben hin begrenzt. Sie kann sich also nur verkleinern. Eine Vergrößerung der Dynamodrehzahl wäre nur möglich, wenn die Dauerleistung noch nicht erreicht ist.

Wenn nun die Zusatzerregung null ist, steigt die Erregerspannung wegen der Eisensättigung weniger als im selben Verhältnis mit n an, gleichzeitig wächst das Dynamofeld wegen der Sättigung wenig mit der Erregerspannung, so daß es nur sehr wenig mit n ansteigt. Das Dynamofeld steigt daher lange nicht so an, wie es die rechte Seite von Gl. (4) erfordert. Aus diesem Grunde mußte bei der Steuerung eine starke Zusatzerregung vorgesehen werden, die mit dem Widerstand *e* in Abhängigkeit von der Brennstoffzufuhr geregelt wird; man hat daher während der Dauerfahrt mit einer halbselbsttätigen Steuerung zu tun.

c) Belastungsänderung in der Dauerfahrt.

Wenn der Zugwiderstand sich während der Dauerfahrt z. B. durch Geländesteigung vergrößert, so verlangsamt sich die Geschwindigkeit so lange, bis der Motor genügend Strom aufnehmen kann, um die gewünschte Zugkraft herzugeben. Da der Ankerstrom steigt, müßte bei gleichbleibendem Felde die Dynamodrehzahl sinken, weil das Dynamodrehmoment größer ist, als es der Füllung des Verbrennungsmotors entspricht. Da aber mit der Verlangsamung der Geschwindigkeit auch die Erregerspannung sinkt, wird das Dynamofeld kleiner, und das sich aus $k_1 \Phi_d I_m$ ergebende Dynamodrehmoment bleibt gleich, so daß auch der Stromerzeuger seine Drehzahl beibehält; die Steuerung regelt daher bei eingestellter Brennstoffzufuhr auf gleiche Leistung ein.

Nach diesen kurzen Betrachtungen ergibt sich, daß die Steuerung beim Anfahren selbsttätig und bei der Dauerfahrt halbselbsttätig arbeitet. Als Vorteile gegenüber der Steuerung mit gleichbleibender Antriebmotordrehzahl sind zu bezeichnen:

1. Stetige Zugkraftänderung beim Anfahren, 2. halbselbsttätige Feldregelung des Stromerzeugers, 3. Vorhandensein nur einer Erregermaschine, 4. Steuerung durch nur eine einfache Kurbel und 5. Verbesserung des Wirkungsgrades des Verbrennungsmotors beim Anfahren.

Abb. 5 Schaltbild der Steuerung nach Forges et Ateliers de Jeumont.

a Stromerzeuger
b Erregermaschine
c Zusatzerregung
d Batterie
e Stufenwiderstand

Nachteile sind: 1. Antrieb der Erregermaschine von der Achse aus, 2. Notwendigkeit, eine Batterie einzuführen.

Wenn so die Steuerung als ein Fortschritt gegenüber der Steuerung nach Lomonossoff mit gleichbleibender Antriebmotor-Drehzahl zu bezeichnen ist, so weist sie noch bedeutende Nachteile gegenüber der Lemp-Steuerung auf, die nachfolgend besprochen werden sollen.

B. Steuerung nach H. Lemp

Gegenüber den bisher besprochenen Steuerungen weist die Steuerung nach H. Lemp, Abb. 6 noch einige Vorteile auf. Dynamo- und Erregermaschine sind mit dem Antriebmotor gekuppelt. Der Stromerzeuger hat außer der Erregerwicklung noch eine Wendepol- und eine Gegenverbundwicklung, die vom Motorstrom durchflossen wird. Das Feld des Stromerzeugers wird von der Erregermaschine, die von einer Akkumulatorenbatterie erregt wird, erregt. Es wird also bei hohem Motorstrom stark vermindert und bei niedrigem Motorstrom groß und ist daher in weiten Grenzen umgekehrt verhältnisgleich dem Motorstrom. Im Schaltbild bedeutet *a* ein Relais, das die Erregermaschine von einer bestimmten Spannung an abschaltet und gleichzeitig auf Selbsterregung und Batterieladung umschaltet. Die Drehzahl des Antriebmotors ist veränderlich und stellt sich entsprechend der Größe der Brennstoffzufuhr und der Belastung selbsttätig auf den günstigsten Wert ein.

Gesteuert wird also ohne Beobachtung irgendwelcher Meßgeräte und ohne Steuerschalter nur durch Brennstoff-

regelung, wobei das Feld der Erregermaschine erst eingeschaltet wird, wenn die Brennstoffzufuhr von Leerlauf auf Last eingestellt wird.

Bei der Betrachtung der Vorgänge muß man berücksichtigen, daß der Erregerstrom $i = K_e n_d$ gesetzt werden kann, weil die Erregermaschine gleichmäßig erregt und mit dem Antriebmotor gekuppelt ist. Weiter ist das Dynamofeld bei einem bestimmten Verhältnis der Erregerwindungen gleich $K_g (i - I_1 x)$. Man kann also schreiben:

$$K_g (K_e n_d - I_m x) = \Phi_d - \frac{k_1 n \Phi_m - I_m (r_a + r_e + R_a)}{k_2 n_d} \quad . \; (5)$$

wobei K_g die Zahl ist, die die Abhängigkeit des Dynamofeldes von den Differenz-Amperewindungen abgibt. Aus dieser Gleichung ergeben sich die Verhältnisse bei der Fahrt.

a) Anfahren

Wird der Brennstoffhebel von Leerlauf auf Fahrt gelegt, so wird die Erregung der Erregermaschine eingeschaltet und die Dynamo erregt. Infolge des kleinen Motorwiderstandes ist I_m im ersten Augenblick sehr groß, wodurch sofort die linke Seite von Gl. (5) sehr klein wird, so daß das Dynamofeld und die Dynamospannung sinken und der Motorstrom I_m sehr schnell auf den Wert herabgeregelt wird, der sich aus Gl. (5) ergibt. Dabei stellt sich n_d selbsttätig auf den günstigsten Wert ein entsprechend der vorhandenen Brennstoffzufuhr. Wenn z. B. die Brennstoffzufuhr bei etwa ¼ der Höchstgeschwindigkeit auf voll gestellt wird, stellt sich die Drehzahl des Dieselmotors und damit des Stromerzeugers und der Erregermaschine auf etwa $\frac{1}{2} n_{max}$ ein, weil die Höchstleistung des Dieselmotors bei 0,5 V_{max} erreicht sein soll.

a Relais zum Abschalten der Erregermaschine

Abb. 6
Steuerung nach H. Lemp.

Der Zugführer hat es also durch einfache Brennstoffzufuhrregelung in der Hand, die Lokomotive so zu steuern, daß der Dieselmotor immer mit dem günstigsten mittleren Druck arbeitet.

b) Dauerfahrt

Bei Beginn der Dauerfahrt soll nach Abb. 1 die Höchstleistung erreicht sein und von da ab gleich hoch bleiben. Der Antriebmotor hat daher seine normale Drehzahl und seine höchste Brennstoffzufuhr erreicht, und die Steuerung ergibt sich aus der Feldvergrößerung des Stromerzeugers mit sinkendem Motorstrom. Da der Spannungsverlust durch Motorwiderstand $I_m (r_a + r_e + R_a)$ im Verhältnis zur elektromotorischen Gegenkraft des Motors klein ist und vernachlässigt werden kann, ergibt sich aus Gl. (5):

$$K_g (K_e n_d - I_m x) = \Phi_d \doteq \frac{k_1 n \Phi_m}{k_2 n_d} .$$

Wenn man nun weiter die Zugkrafthyperbel erreichen will, gilt, wie früher abgeleitet:

$$K_d \left(K_e n_d - \frac{0{,}974 \, N \, x}{n \, \Phi_m \, k_3}\right) = \Phi_d \doteq \frac{K_0 \sqrt{n}}{k_2 n_d} \quad . \; . \; . \; (6)$$

weil bei kleiner Stromstärke Φ_m verhältnisgleich mit I ist.

Wenn auf der rechten Seite von Gl. (6) n vergrößert, z. B. doppelt so groß gemacht wird, steigt der Wert der rechten Gleichungsseite auf das etwa 1,4fache, wenn die Zugkrafthyperbel erfüllt werden soll. Auf der linken Seite von Gl. (6) wird der in der Klammer abzuziehende Teil halb so groß, so daß der Klammerausdruck bei entsprechender Sättigungswahl der Dynamoerregung selbsttätig im gleichen Maße steigt, wie die rechte Seite von Gl. (6). Daher stellt sich selbsttätig Gleichgewicht ein entsprechend der vom Zug geforderten Leistung und der eingestellten Brennstoffzufuhr, wobei die Drehzahl des Antriebmotors immer den wirtschaftlich günstigsten Wert annimmt.

c) Belastungsänderung während der Dauerfahrt

Wird in der Dauerfahrt der geforderte Zugwiderstand infolge einer Geländesteigung größer, so verlangsamt sich der Zug, weil die Zugkraft der Lokomotive zur Aufrechterhaltung der Geschwindigkeit nicht genügt. Dadurch wird n und die rechte Seite von Gl. (6) kleiner. Ebenfalls wird aber auch die linke Seite von Gl. (6) kleiner und damit auch das Dynamofeld, so daß das Dynamodrehmoment und die Dynamodrehzahl annähernd gleichbleiben, weil gleichzeitig der Ankerstrom steigt und das Dynamofeld sinkt, die Steuerung regelt also selbsttätig auf die geforderte gleichmäßige Leistung.

Die Betrachtungen ergeben also, daß die Lemp-Steuerung vollkommen stetig, ohne irgendwelche Meßgeräte, ohne Steuerschalter bei günstiger Regelung des Antriebmotors und völlig stoßfrei die Bedingungen der Zugfahrt in bester Weise erfüllt.

Vergleich der Steuerungsarten

Beim Vergleich der Steuerungsarten muß als Vergleichmaßstab gewählt werden:

a) Anlagekosten der Steuerung und Wirtschaftlichkeit der Regelung,
b) Einfachheit der Steuerung mit bequemster, möglichst wenig ermüdender Tätigkeit für den Lokomotivführer,
c) stoßfreie stufenlose Zugkraftänderung und gute Erfüllung der Leistungsforderungen,
d) Betriebsicherheit.

Beim Vergleich der Steuerungsarten muß dabei die Betriebsicherheit an erste Stelle gesetzt werden, sie ergibt sich aber zum Teil auch aus den übrigen Punkten, so daß diese zuerst betrachtet werden sollen.

Anlagekosten und Wirtschaftlichkeit

Die Anlagekosten werden wegen der vielen Hilfsgeräte, der zwei Erregermaschinen, der Erregerantriebmaschine und des Steuerschalters usw. bei der Steuerung mit gleichbleibender Antriebmotor-Drehzahl nach Lomonossoff am größten. Doch können sie unter Umständen kleiner werden, als die Kosten bei Steuerung nach DRP 413 889; denn es ist nicht abzuschätzen, welche Kosten der Antrieb der Erregermaschine (insbesondere bei großen Lokomotiven) ergibt, und es hängt hiervon ab, ob die Steuerung nach Lomonossoff oder DRP 413 889 billiger ausfällt. Demgegenüber ist sicher eine Verbilligung der Lemp-Steuerung gegenüber den beiden andern Steuerungsarten zu erwarten, denn die Gegenerregung des Stromerzeugers verteuert wohl die Dynamos, erfordert jedoch nur wenige Windungen, weil der Dynamostrom viel größer ist als der Erregerstrom. Außerdem kann die Gegenerregung an der Erregermaschine durchgeführt werden und erfordert dann keine nennenswerten Kosten.

Die Wirtschaftlichkeit hängt von den Verlusten und dem Dieselmotor-Wirkungsgrad ab.

Bei der Regelung nach Lomonossoff sind wohl die kleinsten Erregerverluste zu erwarten, jedoch wird der Wirkungsgrad des Hauptdieselmotors ungünstig.

Bei DRP 413 889 sind die Erregerverluste größer, weil sich die Antriebleistung der Erregermaschine auf dem Wege vom Dieselmotor über Dynamo—Motor—Achse—Erregermaschinenwelle mindestens um etwa 30 vH verringert, zum andern aber der Wirkungsgrad der Erregermaschine bei den kleinen Umlaufzahlen sehr schlecht ist. Doch der Dieselmotor arbeitet wirtschaftlicher als bei gleichbeibender Dieselmotor-Drehzahl, so

Abb. 7
Zugkräfte.
——— Lemp ——— Lomonossoff — — — Zahnrad
a Gleitverlust in der Kupplung

Abb. 8
Leistungen und Drehzahlen der Übertragungsarten.
——— Lemp (N) ——— Lomonossoff (N, n)
— — — Zahnrad N — · — · — · Zahnrad n
a Gleitverlust in der Kupplung b Endgeschwindigkeit bei höchster Dieselmotor-Drehzahl und starrer Kupplung

daß diese Steuerung wirtschaftlicher arbeitet, als die Steuerung mit unveränderlicher Dieselmotor-Drehzahl und Steuerung durch Steuerschalter.

Bei der Lemp-Steuerung treten schließlich größere Erregerverluste auf, weil das Dynamofeld eine Erreger- und Gegenerregerwicklung trägt. Dafür arbeitet die Erregermaschine aber immer mit voller Erregung und ohne Antriebverluste. Außerdem kann die Gegenerregung bei der Erregermaschine angebracht werden, so daß die Erregerverluste nicht größer sind als bei DRP 413 889. Da aber der Dieselmotor immer mit dem besten Wirkungsgrad arbeitet und die Gesamterregerverluste nur einen kleinen Teil der Gesamtverluste ausmachen, ist die Lemp-Steuerung wirtschaftlicher.

Einfachheit der Steuerung

Bei der Lemp-Steuerung sind keine Geräte notwendig, und der Antrieb der Erregermaschine ist so einfach wie nur möglich (kein Antrieb von der Fahrzeugachse oder einem Sondermotor). Die Steuerung besteht in der einfachen Betätigung der Brennstoffzufuhr und braucht weder Steuerschalter noch Widerstände. Daher muß die Lemp-Steuerung als die einfachste Steuerung angesprochen werden, die den Lokomotivführer am wenigsten ermüdet.

Fahrtverhältnisse

Die Fahrtverhältnisse gehen aus den Zugkraft- und Leistungsschaulinien von Abb. 7 und 8 hervor. In diesen sind die Lemp-Steuerung, Steuerung nach Lomonossoff und die Steuerung einer Diesellokomotive mit Zahnradantrieb einander gegenübergestellt. Die Steuerung nach DRP 413 889 ist nicht eingezeichnet; sie würde eine Zwischenkurve ergeben, bei welcher die Anfahrt annähernd nach der Lemp-Steuerung und die Zugkraft der Dauerfahrt mit wenig Stufen zwischen der Lemp- und der Lomonossoff-Steuerung liegen.

Abb. 7 und 8 lassen ohne weiteres erkennen, daß die Lemp-Steuerung in bezug auf Zugkraft und Leistung bei gleichen Maschinengrößen den andern Steuerungen überlegen ist. Es lassen sich bei dieser bedeutend höhere Zugkräfte und auch Leistungen herausholen. Dabei läuft die Zugkraftlinie in der Dauerfahrt fast wie die ideale Zugkrafthyperbel. In bezug auf die Fahrtverhältnisse muß daher die Lemp-Steuerung als sehr gut beurteilt werden.

Betriebsicherheit

Die Betriebsicherheit ist am wichtigsten für die Beurteilung der Steuerung. Sie wird bei der Steuerung nach Lomonossoff sehr gut erfüllt. Fällt z. B. die Antriebmaschine der Erregermaschine aus, so kann mit Riementrieb von der Hauptmaschine aus angetrieben werden; fällt dagegen die Hilfserregermaschine aus, so kann die Haupterregermaschine mit Selbsterregung und Änderung der Drehzahl fahren. Die Betriebsicherheit ist also gut erfüllt, doch muß der Lokomotivführer viele Instrumente beobachten, die ihn ermüden.

Bei der Steuerung nach DRP 413 889 ist die Betriebsicherheit vom Achsantrieb der Erregermaschine abhängig. Falls hier etwas bricht, bleibt die Lokomotive einfach stehen. Die Betriebsicherheit ist also weniger groß. Durch Aufstellen einer Batterie als Aushilfs-Dynamoerregung oder durch Anordnen von Kupplungen und Riemenscheiben vom Dieselmotor als Aushilfsantrieb ließe sich die Sicherheit verbessern.

Die Lemp-Steuerung hat hingegen keinerlei mögliche Fehlerquellen, weil das Feld des Stromerzeugers nicht mechanisch, sondern selbsttätig elektrisch geändert wird. Sie ist daher den andern Steuerungsarten überlegen.

Zusammenfassung

Die Steuerungen mit Heranziehung der Drehzahl des Antriebmotors (Diesel- oder Benzinmotor) arbeiten wirtschaftlich am günstigsten. Die besten Fahr-, Zugkraft- und Regelungsverhältnisse ergeben sich bei der Steuerung nach H. Lemp. Diese ergibt durch Bemessung der Brennstoffzufuhr eine selbsttätige, stoßfreie, stetige Zugkraftregelung. Dabei wird dies mit bestem Dieselmotor-Wirkungsgrad und ohne Notwendigkeit, Meßgeräte beobachten zu müssen, bei bester Ausnutzung des Stromerzeugers und der Elektromotoren erreicht. [B 684]

Schneepflüge und Schneebeseitigung

Von L. Betz, Berlin

Die deutschen Schneepflüge werden gewöhnlich als Vorbauschneepflüge ausgeführt. Seit einiger Zeit baut man die Pflugscharen auch in der Mitte des Fahrgestells ein. Beide Bauarten haben manche Nachteile. Die Amerikaner bauen Schneepflüge mit Vierradantrieb, die meist zweifache Pflugscharen haben. Richtlinien für den Bau wirtschaftlich arbeitender deutscher Schneepflüge.

Abb. 1. Vorbauschneepflug, Bauart Hellmers, Fahrgestell der Bauart MAN, für 5 t.

Wer im letzten Winter in Berlin oder sonst einer Großstadt die großen Verkehrsstörungen beobachtet hat, die ein nur mehrstündiger Schneefall mit seinen Begleiterscheinungen verursachte, der wird sich wundern, daß in unserer heutigen Zeit so wenig und vor allem so wenig Zweckmäßiges zur Verhütung solcher Verkehrsstörung getan wird. Dazu kommt noch die unerhörte Kostensumme, die ein Wegschaffen des Schnees mit Lastfuhrwerken und bei Handaufladung verursacht und die beispielsweise in Berlin bei einem nur 15 cm hohen Schneefall 7 000 000 ℳ kostet. Tritt während oder kurz nach einem Schneefall noch Tauwetter ein, dann verschlimmert sich die Sachlage noch ganz erheblich. Daß nun aber in Deutschland erst Anläufe zu einer mechanischen Schneeräumung und Schneebeseitigung vorliegen, hat mancherlei Gründe.

Auf der einen Seite rechnet man mit dem Zufall und sagt sich, daß ja in der Regel, besonders in den Großstädten, andauernde Schneefälle höchst selten sind; wenn sie schon einmal eintreten, dann müssen sie eben wie eine höhere Gewalt in Kauf genommen werden.

Anderseits wartet man in manchen Städten auf neue und vollkommenere Maschinen zur Schneeräumung und Schneebeseitigung. Man hat gehört, daß solche Fahrzeuge in anderen Ländern, vor allen Dingen in Nordamerika mit seinen ungeheuren Schneefällen angewandt werden, und daß einzelne dieser amerikanischen Maschinen auch schon nach Europa gekommen sind. Allerdings konnte man sie im vorigen und in diesem Jahr mangels Schneefälle nicht oder nicht genügend erproben.

Abb. 2. Vorbauschneepflug, Bauart Hellmers, an einem Hansa-Lloyd-Elektrokarren.

So hilft man sich eben in der bisherigen äußerst einfachen Weise meist durch Vorbauschneepflüge, die in der Regel an Kraftwagen oder für kleine Verhältnisse auch an Elektrokarren angesetzt werden.

Vorbauschneepflüge

Die deutschen Schneepflüge sind meist als Vorbaupflüge an einem Lastwagen nach Abb. 1 oder an einem Elektrokarren nach Abb. 2 ausgeführt.

Dabei ist die meist fünf- oder sechsteilige Pflugschar drehbar in einem Eisenrahmen aufgehängt, so daß der Pflug zur Arbeit nach rechts oder links umgesetzt werden kann. Dies geschieht entweder mit der Hand, so daß der Fahrer oder Begleitmann absteigen und den Pflug wenden muß, oder mechanisch durch Handräder oder Kurbeln vom Führersitz aus, von wo auch gleichzeitig das mechanische Heben und Senken des Pfluges in die Arbeitstellung und aus dieser heraus vorgenommen wird. Die Scharteile sind entweder durch Hebel oder Ketten, manchmal auch in Verbindung mit Federn, so aufgehängt,

Abb. 3. Mittlerer Schneepflug, Bauart Schörling, Fahrgestell von Büssing, für 5 t.

daß sie von selbst über kleine Hindernisse in der Straßenoberfläche, wie vorstehende Steine usw., hinwegschnellen können. Immerhin bedingt dieses Reiben und Springen der Scharteile einen sehr erheblichen Verschleiß der unteren Arbeitskante, so daß diese meist mit einer starken auswechselbaren Stahlschneide versehen wird.

Diese Vorbauschneepflüge haben mehrere große Nachteile. Einmal sind sie, wenn einigermaßen erhebliche Schneehöhen zu beseitigen sind, nur an schweren und verhältnismäßig schnellfahrenden Lastkraftwagen mit Erfolg zu verwenden, weil ein langsames Fahren bei der geringsten Zusammenballung größerer Schneemengen ein Anhalten des Fahrzeuges zur Folge hat.

Der zweite und schwerere Fehler der Vorbaupflüge ist die starke Beanspruchung der Fahrgestelle und vor allen Dingen der Vorderfedern, die durch den Schneepflugbetrieb oft völlig auseinandergeschoben werden. Zum mindesten verlangt der Schneepflugbetrieb dieser Art verstärkte Fahrgestelle und verstärkte, besonders für diesen Zweck ausgeführte Federn, die wieder hinderlich sind, wenn das Fahrzeug zu andern Zwecken benutzt wird.

Man ist dann vor einigen Jahren zur Anordnung mittlerer Schneepflüge nach Abb. 3 gekommen, die grundsätzlich ähnlich ausgebildet sind wie die Vorbaupflüge, nur daß sie nicht umsetzbar sind. Auch hier können die Scharteile vom Führerhaus aus, wie beim Vorbaupflug, um 120 bis 150 mm gehoben werden.

Die Neigung der Pflugschar zur Fahrzeuglängsachse wird meistens mit 33 bis 38° ausgeführt. Geringere

Neigungen haben sich als schädlich erwiesen, weil dann der Schnee nicht genügend abfließt. Die Neigung der Pflugscharunterteile gegen den Boden wird zu etwa 40 bis 70° ausgeführt.

Einen eigenartigen Schneepflug, der grundsätzlich erheblich von den seither beschriebenen Pflügen abweicht, zeigt Abb. 4, die den Schneepflug der Schlick-Nicholson A.-G., Budapest, darstellt. Hier besteht die Pflugschar aus sechs parallelogrammartig aufgehängten Segmenten, deren Schneidkanten mit Federn auf den Boden angepreßt werden. Sie können, wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, leicht über bis zu 100 mm hohe Hindernisse hinwegschnellen und gleichzeitig vom Führersitz aus mittels Handrades bis 250 mm hoch angehoben werden.

Die grundlegenden Fehler aller Vorbauschneepflüge sind auch bei dieser Konstruktion, obgleich sie manchen Fortschritt darstellt, nicht behoben.

Besonders ungünstig wirkt bei allen Schneepflügen an deutschen Fahrgestellen der Hinterachsantrieb, wobei das Fahrzeug gewissermaßen geschoben wird. Der große Abstand von Mitte Hinterachse, also der Kraftebene, bis zur Arbeitskante des Schneepfluges, der Lastebene, und die schräge Lage des Schneepfluges bewirken, daß der belastete Pflug würgend und verbiegend an dem Fahrgestell arbeitet und der Wirkungsgrad der ganzen Einrichtung nur gering ist. Beim mittleren Schneepflug liegen die Verhältnisse etwas günstiger, weil der Abstand von der Hinterachse bis zur Arbeitskante des Schneepfluges sehr kurz ist. Aber auch hier leidet das Fahrzeug unter der geringen Bodenreibung infolge des Hinterachsantriebes.

Will man einwandfrei arbeitende Schneepflüge bauen, dann muß man von selbst zu Fahrzeugen von höherer Bodenreibung kommen, zu Kraftwagen mit Vierradantrieb, die sich auch in Amerika allein bewährt haben.

RZ 11835

Abb. 4
Vorbauschneepflug Schlick-Nicholson, Budapest.

RZ 118325

Abb. 5
Doppelschneepflug der Walter Motor Truck Co., Long Island City. Vorderpflug keilförmig, Mittelpflug umsetzbar, Sechszylindermotor von 100 PS, Luftbereifung.

Amerikanische Schneepflüge

Hier hat sich das amerikanische Vierradfahrgestell der Walter Motor Truck Co., Long Island City, für den Schneepflugdienst als einzig brauchbar durchgesetzt. Ein Walter-Doppelschneepflug mit dem erwähnten Vierradantrieb-Fahrgestell ist in Abb. 5 bis 7 dargestellt.

Das Fahrgestell selbst ist in der Regel mit einem Sechszylindermotor von 80 oder 100 PS ausgerüstet. Der Motor hat bei 38,4 PS nach der amerikanischen Steuerformel 80 PS Nutzleistung, bei der größeren Ausführung 100 PS. Die Motoren arbeiten mit niedrigen Umlaufzahlen, die beim kleinsten Gang bis auf 600 Uml./min heruntergehen. Das Getriebe hat fünf Vorwärtsgänge und einen Rückwärtsgang. Die Geschwindigkeiten bei den fünf Stufen liegen zwischen 1,6 und 40 km/h bei der 80 PS-Maschine, zwischen 1,6 und 48 km/h beim 100 PS-Motor. Alle vier Räder sind über ein besonderes Ritzel angetrieben.

Abb. 6 und 7
Doppelschneepflug, Bauart Walter.

Das Fahrgestell wiegt 4550 kg bei 6600 kg bis 7600 kg Tragkraft, wobei noch ein Ladebrückengewicht von 1360 kg in Ansatz zu bringen ist. Die Zugkraft der Maschine beträgt 15 bis 50 t.

Alle Walter-Schneepflüge werden nicht nur zum Schneeräumen, sondern gleichzeitig für alle möglichen andern Zwecke (einfache Lastenbeförderung, Müllabfuhr, zur Straßensprengung und -ölung usw.) benutzt. Dabei werden die Pflugscharen selten entfernt, und wenn, dann in der Regel nur die vordere. Die Walter-Schneepflüge sind Doppelpflüge, die aus einem Vorbaupflug und einem mittleren Pflug bestehen, meist sind beide Pflüge, der mittlere immer, zur Arbeitsleistung nach rechts oder links umsetzbar. Der vordere Pflug wird mitunter keilförmig ausgeführt, so daß die Umsetzbarkeit fortfällt.

Das Eigenartige der Walter-Pflüge ist, daß sie nicht wie unsre deutschen Schneepflüge starr am Fahrgestellrahmen, sondern ausnahmslos, und zwar in der Regel gefedert, mittels langer Holme, an den Achsen befestigt werden. Berücksichtigt man nun noch die besonders für den Schneepflugbetrieb gewählte, schräge Lage der Tragfedern über den Achsen, so kann man sich schon ein Bild machen, wie geschickt die im Schneepflugbetrieb auftretenden sehr erheblichen Schubkräfte wirkungslos gemacht werden. Der vordere Pflug, mag er keilförmig oder umsetzbar sein, hängt mittels einer Art Schäkel in einer Stütze vor dem Kühler und kann durch ein Handrad vom Führersitz aus gehoben und gesenkt werden.

Abb. 8. Walter-Schneepflug mit aufrichtbaren seitlichen Verbreiterungen.

Abb. 9
Schaufelrad-Schneepflug, Bauart Walter.

Der mittlere Pflug ist in einem Dreieckrahmen noch einmal federnd aufgehängt und kann durch Handräder hinter dem Fahrzeugführerhaus gehoben und gesenkt werden. Der vordere Pflug gleitet mittels zweier oder dreier kurzer Kufen auf dem Boden, so daß die Schneidkante 50 bis 60 mm über Bodenoberkante zu liegen kommt; denn der Vorderpflug soll in den in Amerika meist in erheblichen Mengen liegenden Schnee nur eine Bahn hineinarbeiten, während der mittlere Pflug mit seiner scharfen, tiefliegenden Schneidkante, die vom Vorderpflug liegen gelassene Schicht sowie Eis und Harsch aufbricht und zur Seite schiebt. Merkwürdigerweise sind eine ganze Anzahl Walter-Schneepflüge mit Luftbereifung versehen, was im Schneeräumungsdienst in der Regel die Anwendung von Schneeketten bedingt.

Die Walter Co. unterscheidet unter ihren Schneepflügen solche für Städte und andre für Landstraßen und macht sogar einen Unterschied für Straßen mit und ohne Straßenbahnschienen. Für Überlandstraßen kommt nur der keilförmige Vorbaupflug mit mittlerem umsetzbaren Pflug in Frage. Für städtische Straßen sind beide Pflüge umsetzbar. Für Straßen mit Schienensträngen wird der mittlere Pflug besonders ausgebildet. Vermöge seiner hohen Bodenreibung, die sich auch aus dem erheblichen Fahrgestellgewicht ergibt, ist die Arbeitsweise der Pflüge ausgezeichnet und die starken und schnellen Maschinen ermöglichen selbst bei erheblichen Schneelagen Leistungen von 20 bis 45 km/h. Im Überlandbetrieb leisten die Maschinen 90 bis 320 km an einem Tage, je nach Schneelage und Straßenbeschaffenheit. Da es nun aber im Überlandbetriebe meist nicht darauf ankommt, nur eine durch die Breite des Pfluges auf rd. 3300 mm beschränkte Fahrbahn in den Schnee hineinzuarbeiten, sondern vielmehr das Bestreben besteht, diese Fahrbahn möglichst zu verbreitern, führt die Walter Co. den Überlandpflug auch nach Abb. 8 aus. Hier ist der Vorderpflug mit aufrichtbaren Verbreiterungen versehen, die beim Überfahren von Hindernissen aufgerichtet werden können. Die Arbeitsbreite eines solchen Fahrzeuges beträgt 5000 mm.

Der gewöhnliche Walter-Pflug mit umsetzbarer Vorderschar hat eine Arbeitsbreite von 2700 mm, der mittlere eine solche von 3350 mm. Der vordere Pflug ist 900 mm hoch, arbeitet mit einer seitlichen Neigung von 40° und hat ein Schargewicht von nur 550 kg. Die mittlere Pflugschar ist in der Mitte 450 mm hoch, in ihren seitlichen Aufwölbungen 900 mm, ihre Neigung zur Fahrzeugachse kann zwischen 30 und 40° verändert werden. Sie wiegt nur 675 kg.

Die Neigung der Arbeitsfläche der Pflüge zur Straße beträgt beim Vorderpflug 30°, beim mittleren Pflug 40 bis 45°. Die außerordentlich niedrigen Schargewichte sind nur dadurch zu erklären, daß ein besonders guter Stahl sehr hoher Festigkeit verwendet wird. Es hat sich im Betrieb ergeben, daß sich durch den Vierradantrieb in Verbindung mit den hohen Gewichten des Fahrgestells jede normale Schneehöhe glatt überwinden läßt, sobald man nur mit schnellen Fahrzeugen, die einen gewissen Schwung in sich haben, an die Schneeräumung herangeht.

Bei sehr starken Schneemengen und plötzlichen Schneeverwehungen versieht die Walter Co. ihre Fahrzeuge mit Keilpflug und umlaufenden Schaufelrädern nach Abb. 9, jedoch kommt dann nur das 100 PS-Fahrgestell mit Vierradantrieb in Frage. Der Pflug ist mittels langer Streben gelenkig an einem vor den Hinterrädern liegenden Querbalken befestigt, der seinerseits mit massiven Konsolen am Fahrgestellrahmen gelagert ist. Vorn ruht der Pflug in einer Art Vorbau vor dem Kühler, ebenfalls federnd aufgehängt. An diesem Vorbau ist auch die Steuerung oder Schaltung für die beiden Schaufelräder angeordnet, die vogelflügelartig in eigenartiger Krümmung ausgebildet sind, so daß sie vollkommen stoßfrei in den von den Scharen hochgedrückten Schnee eindringen und ihn beiseite wirbeln. Sie laufen mit einem Drittel der Motorendrehzahl, damit sie leicht ein- und ausgerückt werden können. Der Durchmesser der Schaufelräder beträgt rd. zwei Drittel der Schneepflughöhe von rd. 1600 mm.

Der Bedienungsmann steht in der Regel im Pfluge vor dem Kühler auf dem erwähnten Vorbau. Man braucht in Amerika in neuerer Zeit Schneeauflademaschinen, die sich zum großen Teil recht gut bewährt haben. Der Schnee wird hier nicht beiseite gedrückt, sondern in der Regel nur vorn vom Fahrzeug aufgenommen und nach hinten in Anhänger befördert, die, wenn sie gefüllt sind, mit Schleppern abgefahren und an geeigneten Plätzen ausgekippt werden; denn es wäre ein Unding, die Schneeauflademaschinen auch gleichzeitig zum Abfahren des Schnees verwenden zu wollen. Es sind auch schon einige solcher Maschinen nach Europa gebracht werden; eine genügende Erprobung war aber hier mangels genügender Schneefälle noch nicht möglich.

Hier scheint der Weg für eine wirtschaftliche Schneebeseitigung vorgezeichnet zu sein, obgleich es natürlich seine Schwierigkeiten haben wird, die Stadtverwaltungen oder die städtischen Reinigungsbetriebe dazu zu bringen, Sondermaschinen zur Schneebeseitigung anzuschaffen, um sie dann unter Umständen 90 vH des Jahres oder in manchen Fällen überhaupt unbenutzt stehen zu lassen. Die Fabriken für Lastkraftwagen und Sonderfirmen sollten sich einmal gründlich mit dieser Frage befassen und neue Wege zu einer wirtschaftlichen Schneebeseitigung suchen.

Auf diesem Wege können vor allen Dingen die verschiedenen amerikanischen Pflüge eine Art Führerrolle einnehmen.

Es wäre aber mehr als töricht, sie glatt nachzuahmen; denn sie sind unter ganz andern Verhältnissen entstanden und anzuwenden, als solche je bei uns eintreten können. Der Weg liegt aber, wie schon erwähnt, wenn man gründliche Arbeit leisten will, nicht nur in der Schneeräumung, sondern vor allem in der Schneebeseitigung, und da verfolge man den Weg, den die praktischen Amerikaner zu gehen versuchten: die Schneeaufladung.

[B 1183]

Versuche mit großen Glasplatten auf eisernen Sprossen

Von Otto Graf, Stuttgart

Nach einem Vortrag, gehalten am 21. Oktober 1927 auf der Hauptversammlung des Deutschen Eisenbauverbandes zu Danzig

Mitteilung aus der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart

Die Gläser in Oberlichtern wurden bisher nach Überlieferung bemessen. — Schadenfälle gaben Anlaß zur Feststellung der Tragfähigkeit großer Glasplatten auf eisernen Sprossen. — Beschreibung der Versuchseinrichtung. — Grenzwerte der Dicken und der Biegefestigkeit kleiner und großer Gläser. — Erörterung der festgestellten Festigkeiten und Einsenkungen. — Vorschlag für die zulässige Anstrengung großer Gläser.

Bei früheren Versuchen mit Gläsern verschiedener Art und Herkunft fand sich, daß die Biegefestigkeit von Glas in hohem Maß von den Abmessungen der Proben abhängt; u. a. lieferten 20 cm breite Gläser das 1,7fache der Biegefestigkeit von 40 cm breiten Platten; mit 5 cm breiten Stücken ist das 2,2fache der Festigkeit von 40 cm breiten Platten ermittelt worden[1]). Damit zeigte sich weiter, daß die Biegefestigkeit großer Glasplatten kleiner einzusetzen ist, als bis dahin üblich war[2]). Diese Ergebnisse haben Bedeutung für die Festlegung der Mindestfestigkeit von Bauglas in Lieferbedingungen, sowie für die Wahl der zulässigen Anstrengung großer Glasplatten, die zu Oberlichtern verwendet werden. Sie gaben ferner Anlaß zu Versuchen mit großen Glasplatten, die den praktischen Verhältnissen entsprechend auf eisernen Sprossen zu verlegen waren. Diese Versuche sind in den Jahren 1926 und 1927 ausgeführt worden. Zu den Versuchskosten haben die deutsche Reichsbahn-Gesellschaft und der Deutsche Eisenbauverband beigetragen. Die Sprossen, Deckschienen usf. sowie den größeren Teil des Bedarfs an Drahtglas hat Dr.-Ing. Eberspächer, Eßlingen, zur Verfügung gestellt. Weiteres Drahtglas lieferte die Verkaufstelle der Drahtglasfabriken; das Rohglas stammt vom Verein deutscher Spiegelglasfabriken. Den Arbeitsplan habe ich im Einvernehmen mit Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Schächterle und Dr.-Ing. Eberspächer aufgestellt. Die Ausführung der Versuche in der Materialprüfungsanstalt lag zunächst Ing. Brenner, später Ing. Kaufmann ob. Allen, die zur Förderung der Versuche beigetragen haben, sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

[1]) Vergl. Graf, Glastechnische Berichte Bd. 3 (1925) S. 159, ferner „Bautechnik" Bd. 3 (1925) S. 640.

[2]) Vergl. Glastechnische Berichte Bd. 3 (1925) S. 165, Fußbemerkungen; u. a. wurde die Biegefestigkeit für 10 bis 12 cm breite Drahtglasproben zu 188 bis 328 kg/cm² festgestellt, während in technischen Handbüchern 500 kg/cm² genannt sind.

Schnitt A–A

c, 30, 35, Wasserkasten, 480, Glasplatte, 35, t, t, t, Nº 18

Abb. 1

B, a, Glasplatte a, Glasplatte b, Glasplatte c, A, A, d, g_1, g_6, g_5, g_4, g_3, g_2, g_1, Sprosse I, Sprosse II, Sprosse III, Sprosse II', c, RZ978Z1÷3, B, a

Abb. 2

A. Arbeitsplan und Versuchsanordnung

Die Versuche sollten über die Widerstandsfähigkeit von Drahtglas und Rohglas Auskunft geben, wenn Gläser verschiedener Breite und verschiedener Länge auf Sprossen verschiedener Querschnittabmessungen und verschiedener Länge verwendet werden.

A, 2725, 30, 35, Wasserkasten, 480, 35, Glasplatte, 885, 885, 885, RZ978Z6, Nº 18, B

Schnitt A–B, 1640, Sprosse, RZ978Z7, 1780

Abb. 6 und 7
Einrichtung zur Versuchsgruppe b.

Abmessungen zu den Hauptversuchen in mm

Versuch	Wasserkasten Breite c	Wasserkasten Länge d	Sprossen Auflagerentfernung l	Sprossen Teilung t	Deckschienen Zahl der Schrauben	g^1	Schraubenabstände g^2	g^3	g^4	g^5	g^6
1 bis 9	2725	2180	2180	885	4	35	700	0	700	700	0
10 „ 12	1915	2350	2350	615	6	35	700	320	500	500	260
13 „ 14	1915	2000	2000	615	4	37,5	640	0	640	640	0
15 „ 16	2725	1780	1780	885	—	—	—	—	—	—	—
21 „ 24	2725	1400	1400	885	3	40	660	0	660	0	0
25 „ 26	1915	1400	1400	615	3	40	660	0	660	0	0

Abb. 3

Abb. 1 bis 3
Einrichtung zu den Hauptversuchen.

Abb. 4 und 5
Auflager der Sprossen und Gläser zu Abb. 1 bis 3.

Abb. 8 bis 11
Auflager der Sprossen und Gläser zu Abb. 6 und 7.

Gewählt wurden folgende Verhältnisse:

a) für die Hauptversuche

Drahtglas und Rohglas 225 cm × 87 cm auf Wemasprossen IIb;
„ „ 185 „ × 87 „ „ „ I ,
„ „ „ 145 „ × 87 „ „ „ II°,
„ 240 „ × 60 „ „ Atlassprossen II ,
„ 205 „ × 60 „ „ Wemasprossen II°,
„ 145 „ × 60 „ „ „ II°,

b) für die Versuche mit angehängten Gläsern

Drahtglas 168 cm × 87 cm mit Blechdeckschienen an Wemasprossen I,
Drahtglas 168 cm × 87 cm mit Glasdeckschienen an Wemasprossen I.

Über die Anordnung der Hauptversuche geben Abb. 1 bis 5 Auskunft. Abb. 1 und 2 zeigen, daß gleichzeitig drei Glasplatten geprüft wurden. Die Sprossen lagen gemäß Abb. 4 und 5 auf Walzen; sie waren außerdem mit Schrauben und Winkeln auf I-Trägern NP 18 befestigt, die schließlich an eine Eisenbetonplatte geschraubt waren. Die Einspannung der Sprossen an den Enden kann wohl geringer eingeschätzt werden, als unter praktischen Verhältnissen auftritt. Die Lagerung der Glasplatten ist aus denselben Abbildungen ersichtlich.

Um das Versuchsfeld ist nach Abb. 1 bis 3 ein Holzrahmen gebaut worden; dieser lag unabhängig von den Sprossen und Gläsern auf den beiden I-Trägern. Über das Versuchsfeld und die Kastenwände wurde ein leichtes Gummituch lose gelegt. Damit entstand ein Behälter zur Aufnahme von Wasser. Unter allmählichem Füllen des Behälters wurde das Versuchsfeld gleichmäßig belastet. Die Größe der Last war lediglich durch Bestimmung des Wasserstandes zu ermitteln.

Die Anordnung der Versuche b ist in Abb. 6 bis 11 dargestellt.

Die Versuche b sollten den Einfluß der Lagerung der Gläser erkennen lassen, wenn die Belastung der Oberlichter gegen die Deckschienen wirkt.

Zu jedem Versuch sind in der Regel neue Sprossen und neue Triolinschnüre verwendet worden.

B. Prüfung der verwendeten Gläser und Sprossen

Die Maße der Glasplatten sind in den Spalten 4 bis 7 von Zahlentafel 1 angegeben.

Zu beachten ist zunächst, daß die Dicke der einzelnen Glasplatte mehr oder minder veränderlich ist.

Z. B. betrug die Dicke der Glasplatte 21 a 5,38 bis 6,89 mm, im Mittel 6,00 mm, der Glasplatte 17 a 5,80 bis 7,25 mm, im Mittel 6,43 mm. Diese Unterschiede in der Dicke der Glasplatte sind bei Beurteilung der Biegefestigkeit großer Glasplatten zu berücksichtigen.

Aus den geprüften Glasplatten sind Proben von rd. 10 cm Breite und rd. 30 cm Länge entnommen worden. Diese Stücke wurden dem Biegeversuch unterworfen (Auflagerentfernung 25 cm; Belastung in der Mitte). Die Mittelwerte der Biegefestigkeit der einzelnen Platten schwanken:

Zahlentafel 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Abmessungen und Gewicht der Glasplatten						Sprossen						Biegeanstrengung des Glases im Querschnitt a — a, Abb. 2, unter der Höchstlast		
				Glasdicke												
Versuch Nr.	Herkunft	Glasplatte	Größe der Glasplatte cm × cm	Höchstwert mm	Kleinstwert mm	Mittelwert mm	Gewicht kg	Bezeichnung (Sprossen-Nr.)	Trägheitsmoment[3]) cm⁴	Auflagerentfernung beim Versuch m	Höchstlast mm W.-S.	Scheiben, die unter Höchstlast gebrochen sind	Bruchbild	durch Eigengewicht σ_1 kg/cm²	durch Wasserbelastung σ_2 kg/cm²	$\sigma_1 + \sigma_2 = K_b$ kg/cm²
α) Drahtglas.		a) Sprossenteilung: 0,885 m; Versuchsanordnung nach Abb. 1 bis 5.														
1	E	a	225×87	—	—	—	—	Wema IIb (1, 2, 3, 4)	9,87	2,18	97	—	—	—	—	—
		b	225×87	6,6	5,4	5,9	—					—	—	23	154	177
		c	225×87	6,6	5,6	6,0	30,3					c	—	23	149	172
2	E	a[1])	225×87	—	—	—	—	Wema IIb (1, 2, 3, 4)	9,87	2,18	96	—	—	—	—	—
		b[1])	225×87	6,6	5,4	5,9	—					b	—	23	152	175
		c	225×87	6,9	5,5	6,3	31,0					c	—	22	134	156
3	E	a	225×87	7,2	5,4	6,1	31,0	Wema IIb (1, 2, 3, 4)	9,87	2,18	101	—	—	23	150	173[4])
		b	225×87	6,8	5,3	6,0	30,8					b	—	23	155	178
		c	225×87	—	—	—	—					—	—	—	—	—
8	S	a	225×87	9,0	8,03	8,6	41,7	Wema IIb (9, 10, 11, 12)	9,87	2,18	158	a	—	16	118	134
		b	225×87	9,0	8,61	8,79	41,8					b	—	16	113	129
		c	225×87	8,79	8,25	8,53	43,5					c	—	16	121	137
9	S	a	225×87	—	—	—	42,0	Wema IIb (9, 10, 11, 12)	9,87	2,18	113	a	Abb. 16	—	—	100[6])
		b	225×87	9,10	8,19	8,60	41,5					b	„ 16	16	84	100
		c	225×87	—	—	—	42,0					c	„ 16	—	—	100[6])
15	E	a	185×86,4	6,68	5,80	6,27	24,7	Wema I (29, 30, 31, 32)	5,14	1,78	100	a	Abb. 17	21	135	156
		b	185×86,4	6,74	5,63	6,16	24,6					—	—	21	139	160
		c	185×86,4	7,10	5,96	6,33	24,7					c	Abb. 17	21	135	156
16	E	a	185×87	7,50	6,80	7,18	28,4	Wema I (33, 34, 35, 36)	5,14	1,78	99	—	—	19	102	121
		b	185×87	7,70	6,68	6,94	27,0					—	—	19	111	130
		c	185×87	7,52	6,32	6,77	28,2					c	—	20	115	135
21	E	a	145×87	6,89	5,38	6,00	18,9	Wema II° (53, 54, 55, 56)	4,32	1,40	95	a	—	23	146	169
		b	145×87	7,58	6,35	6,78	19,8					—	—	20	114	134
		c	145×87	7,28	5,62	6,30	21,9					—	—	22	133	155
22	E	a	145×87	7,20	6,24	6,86	20,7	Wema II° (57, 58, 59, 60)	4,32	1,40	125	a	Abb. 18	20	146	166
		b[1])	145×87	7,58	6,35	6,78	19,8					b	„ 18	20	150	170
		c[1])	145×87	7,28	5,62	6,30	21,9					c	„ 18	22	175	197
β) Rohglas.																
4	W	a	225×87	8,0	6,8	7,5	—	Wema IIb (5, 6, 7, 8)	9,87	2,18	117	—	—	18	115	133
		b	225×87	7,66	6,94	7,3	—					—	—	19	121	140
		c	225×87	8,1	6,8	7,5	—					c	—	18	115	133
5	W	a[1])	225×87	8,0	6,8	7,5	—	Wema IIb (5, 6, 7, 8)	9,87	2,18	146	a	—	18	143	161
		b[1])	225×87	7,66	6,94	7,3	—					—	—	19	151	170
		c	225×87	8,2	7,2	7,8	—					—	—	18	133	151
6	W	a	225×87	7,48	6,87	7,2	—	Wema IIb (5, 6, 7, 8)	9,87	2,18	176	—	—	19	188	207
		b[2])	225×87	7,66	6,94	7,3	—					b	—	19	182	201
		c	225×87	8,48	7,40	7,8	—					—	—	18	160	178
7	W	a[1])	225×87	7,48	6,87	7,2	—	Wema IIb (5, 6, 7, 8)	9,87	2,18	161	a	—	19	172	191
		b	225×87	8,25	7,20	7,7	—					—	—	18	150	168
		c[1])	225×87	8,48	7,40	7,8	—					—	—	18	146	164
23	W	a	145×87	8,26	7,61	7,98	24,4	Wema II° (61, 62, 63, 64)	4,32	1,40	138	—	—	17	120	137
		b	145×87	8,69	7,93	8,29	25,6					—	—	17	111	128
		c	145×87	8,15	6,87	7,51	23,7					c	—	18	136	154
24	W	a	145×87	8,26	7,61	7,98	24,4	Wema II° (65, 66, 67, 68)	4,32	1,40	199	a	Abb. 19	17	172	189
		b	145×87	8,69	7,93	8,29	25,6					—	—	17	160	177
		c	145×87	8,64	7,65	8,11	25,2					c	Abb. 19	17	168	185

[1]) Glasplatte zum zweitenmal belastet. [2]) Glasplatte zum drittenmal belastet. [3]) Durch Biegeversuch bestimmt. [4]) Nach dem Bruch der Platte b des Versuches 3 ist diese Platte unterstützt worden; bei Fortsetzung des Versuches brach die Glasplatte a unter $p = 122$ kg/m². Die in Spalte 17 angegebene Biegeanstrengung gilt für 101 kg/m² Last. [5]) Versuch abgebrochen, nachdem Querrisse entstanden waren. [6]) Wegen annähernd gleicher Gewichte der Platten a, b und c wurde für die Platten a und c $K_b = 100$ kg/cm² angenommen. [7]) Der Riß *a* in Abb. 22 entstand unter $p = 115$ kg/m² Belastung.

für gewöhnliches Drahtglas (etwa 6 bis 8 mm dick) zwischen 274 und 473 kg/cm² (Mittelwert 365 kg/cm²),

für dickeres Drahtglas (etwa 8 bis 10 mm dick) zwischen 338 und 422 kg/cm² (Mittelwert 377 kg/cm²),

für Rohglas (etwa 6 bis 8 mm dick) zwischen 435 und 520 kg/cm² (Mittelwert 467 kg/cm²).

Über die Profile der Sprossen (von der Firma Eberspächer, Eßlingen) geben Abb. 12 bis 15 Auskunft; es handelt sich hier um Beispiele, die den mittleren Verhältnissen der verwendeten Sprossen entsprechen dürften.

Das Gewicht der Sprossen betrug bei

	Wema IIb	Atlas II	Wema II°	Wema I
von	3,16	2,63	2,27	2,05 kg/m,
bis	3,36	2,65	2,43	2,14 „ .

Mit drei bzw. vier Sprossen jeder Art wurde durch Ermittlung der Formänderung bei Biegebelastung das Trägheitsmoment ermittelt. Das Trägheitsmoment J betrug:

für Wema IIb (Abb. 12) 9,4 bis 10,3, im Mittel 9,9 cm⁴,
„ Atlas II („ 13) 7,9 „ 8,6, „ „ 8,2 „ ,
„ Wema II° („ 14) 4,1 „ 4,7, „ „ 4,3 „ ,
„ „ I („ 15) 4,7 „ 5,5, „ „ 5,1 „ .

Aus der Zugzone von je zwei Sprossen Wema I und Wema IIb sind Probestäbe zu Zugversuchen entnommen worden; sie lieferten:

	Streckgrenze	Zugfestigkeit
bei den Sprossen Wema I	4895 und 4848	5386 und 5480 kg/cm²
bei den Sprossen Wema IIb	4173 „ 4452	4724 „ 5223 „

Zahlentafel 1 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Versuch Nr.	Herkunft	Abmessungen und Gewicht der Glasplatten						Sprossen			Höchstlast	Scheiben, die unter Höchstlast gebrochen sind	Bruchbild	Biegeanstrengung des Glases im Querschnitt a—a, Abb. 2, unter der Höchstlast		
		Glasplatte	Größe der Glasplatte	Glasdicke			Gewicht	Bezeichnung (Sprossen-Nr.)	Trägheitsmoment[3])	Auflagerentfernung beim Versuch				durch Eigengewicht σ_1	durch Wasserbelastung σ_2	$\sigma_1 + \sigma_2 = K_b$
				Höchstwert	Kleinstwert	Mittelwert										
			cm × cm	mm	mm	mm	kg		cm⁴	m	mm W.-S.			kg/cm²	kg/cm₂	kg/cm²
b) Sprossenteilung: 0,615 m; Versuchsanordnung nach Abb. 1 bis 5. Drahtglas.																
10	E	a	240×60	—	—	—	22,5	Atlas II (13, 14, 15, 16)	8,19	2,35	220	a	Abb. 20	—	—	—
		b	240×60	—	—	—	24,4					b	„ 20	—	—	—
		c	240×60	7,12	6,04	6,61	23,9					—	—	10	127	137
11	E	a	240×60	7,06	6,08	6,40	23,6	Atlas II (13, 14, 15, 16)	8,19	2,25	230	—	—	10	141	151
		b	240×60	6,40	5,85	6,22	22,9					b	—	10	151	161
		c[1])	240×60	7,12	6,04	6,61	23,9					—	—	10	133	143
12	E	a[1])	240×60	7,06	6,08	6,40	23,6	Atlas II (17, 18, 19, 20)	8,19	2,35	216	a	—	10	132	142
		b	240×60	6,83	5,86	6,29	23,5					—	—	10	137	147
		c[2])	240×60	7,12	6,04	6,61	23,9					c	—	10	125	135
13	E	a	205,6×60	7,03	6.11	6,56	20,5	Wema II° (21, 22, 23, 24)	4,32	2,00	246	a	Abb. 21	10	147	157
		b	205,6×60	6,98	6,08	6,47	20,3					b	„ 21	10	152	162
		c	205,6×60	6,94	6,21	6,51	20,5					c	„ 21	10	152	162
14	S	a	204,7×60	9,13	7,84	8,50	27,2	Wema II° (25, 26, 27, 28)	4,32	2,00	(176)[5])	a	—	8	64	(72)[5])
		b	204,7×60	9,50	8,05	8,57	27,2					b	—	8	62	(70)[5])
		c	204,7×60	9,55	7,64	8,63	27,2					c	—	8	62	(70)[5])
25	E	a	145×60	6,98	5,77	6,50	14,3	Wema II° (69, 70, 71, 72)	4,32	1,40	276	a	—	10	171	181
		b	145×60	7,13	5,87	6,47	13,9					b	—	10	171	181
		c	145×60	7,15	5,87	6,64	14,4					c	—	10	165	175
26	E	a	145×60	6,96	5,77	6,50	14,0	Wema II° (73, 74, 75, 76)	4,32	1,40	224	—	—	10	139	149
		b	145×60	7,03	6,08	6,58	14,3					—	—	10	134	144
		c	145×60	6,87	5,73	6,38	13,8					c	—	10	143	153
c) Sprossenteilung: 0,885 m; Versuchsanordnung nach Abb. 6 bis 9 oder 6 und 7, 10 und 11.																
α) mit Blechdeckschiene und Drahtglas, vergl. Abb. 6 bis 9.																
17	E	a	168×87,3	7,25	5,80	6,43	22,6	Wema I (37, 38, 39, 40)	5,14	1,78	135	—	—	20	174	194
		b	168×87,3	6,93	5,70	6,22	22,6					b[7])	Abb. 22	21	186	207
		c	168×87,3	6,74	5,91	6,34	23,2					c	„ 22	21	180	201
18	E	a	168×86,5	7,69	6,65	7,22	26,4	Wema I (41, 42, 43, 44)	5,14	1,78	161	—	—	19	164	183
		b	168×86,5	6,74	5,60	6,05	22,4					b	Abb. 23	23	237	260
		c	168×86,5	7,15	5,82	6,45	23,7					c	„ 23	21	208	229
β) mit Glasdeckschiene und Drahtglas, vergl. Abb. 6 und 7, 10 und 11.																
19	E	a	168×87	7,00	5,63	6,13	22,7	Wema I (45, 46, 47, 48)	5,14	1,78	123	a	—	22	173	195
		b	168×87	6,79	5,61	6,21	22,8					—	—	21	167	188
		c	168×87	6,87	6,08	6,40	22,9					—	—	20	157	177
20	E	a	168×87	6,96	5,76	6,18	23,3	Wema I (49, 50, 51, 52)	5,14	1,78	124	a	—	22	169	191
		b[1])	168×87	6,79	5,61	6,21	22,8					—	—	22	169	191
		c[1])	168×87	6,87	6,08	6,40	22,9					—	—	20	158	178

Abb. 12
Sprosse, Wema II b.

Abb. 13
Sprosse, Atlas II.

Abb. 14
Sprosse, Wema II °.

Abb. 15
Sprosse, Wema I.

Abb. 12 bis 15
Sprossenquerschnitte.

Die Streckgrenze des Stahls liegt verhältnismäßig hoch. Dabei ist zu beachten, daß es sich bei solchen Sprossen um Profile mit hohem Walzgrad handelt.

C. Durchführung und Ergebnisse der Versuche nach Abb. 1 bis 11

Beobachtet wurden:

a) Die Belastung, unter der Risse im Glas entstanden,
b) der Verlauf der Risse im Glas,
c) die Höchstlast, d. h. die Last, die Zerstörung der Gläser herbeiführte,
d) die Einsenkungen der beiden mittleren Sprossen, bei einem Teil der Versuche auch die Einsenkungen einzelner Glasplatten.

Bei den Versuchen nach Abb. 1 bis 5 mit 885 mm Sprossenabstand entstanden die Risse im Glas in der Regel unter der Höchstlast, die zur Zerstörung der Gläser führte und unter praktischen Verhältnissen den Absturz der Gläser veranlassen würde.

Die Höchstlasten sind in Spalte 12 der Zahlentafel 1 angegeben. Hiernach betrug die Last, die den Bruch einer oder mehrerer Platten herbeiführte,

bei 885 mm Sprossenabstand mit 6 bis 8 mm dickem Drahtglas 95 bis 125 kg/m²,
mit 8 bis 9 mm dickem Drahtglas 113 und 158 kg/m²
mit 6 bis 8 mm dickem Rohglas 117 bis 199 kg/m².

Die Höchstlasten sind in vier Fällen unter 100 kg/m² geblieben; für fünf Versuche betrugen sie 100 bis 125 kg/m², bei den

Glastafel *a* *b* *c*
Abb. 16
Versuch 9 (Drahtglas).
Tafelgröße 225 cm × 87 cm Bruchlast $p = 113$ kg/m²

Glastafel *a* *b*
Abb. 17
Versuch 15 (Drahtglas).
Tafelgröße 185 cm × 86 cm Bruchlast $p = 100$ kg/m²

Glastafel *a* *b* *c*
Abb. 18
Versuch 22 (Drahtglas).
Tafelgröße 145 cm × 87 cm Bruchlast $p = 125$ kg/m²

Glastafel *a* *b*
Abb. 19
Versuch 24 (Rohglas).
Tafelgröße 145 cm × 87 cm Bruchlast $p = 199$ kg/m²

restlichen sechs Versuchen über 125 kg/m². Dabei brachen insgesamt 24 Platten. Diese Zahlen erscheinen besonders bemerkenswert, weil bisher als zulässige Spannweite für 7 mm dickes Drahtglas auf Dächern mittlerer Neigung bis 85 cm angegeben und hiernach ausgeführt wird. Diese Spannweite erweist sich nach den vorliegenden Versuchen als zu groß, wenn die für solche Oberlichter vorgesehenen Lasten zuverlässig getragen werden sollen, was auch mit der Erfahrung an ausgeführten Bauten im Einklang steht.

Für die Höchstlasten und das Eigengewicht sind in üblicher Weise die Biegeanstrengungen im Querschnitt a a, Abb. 2, berechnet worden. Die Spalten 15 bis 17 in Zahlentafel 1 enthalten die Ergebnisse. Hiernach betrug die rechnungsmäßige Biegefestigkeit K_b der gebrochenen Platten, jeweils bei Einführung der mittleren Dicke der Platten

für Drahtglas . . . . 100 bis 197 kg/cm²,
im Mittel . . . . **149** „ .
„ Rohglas mit 6 bis 8 mm Dicke . 128 bis 207 „ .
im Mittel . . . . **173** „ .

Die Länge der Platten (145 bis 225 cm) blieb ohne ausgeprägten Einfluß.

Diese Zahlen sind wie bei den früheren Versuchen bedeutend kleiner ausgefallen als die Biegefestigkeit von 10 cm breiten Proben (vergl. unter B). Das Verhältnis beträgt,

jeweils unter Heranziehung der zusammengehörigen Werte,

beim Drahtglas $149 : 365 = 1 : 2{,}4$,
„ Rohglas $173 : 467 = 1 : 2{,}7$.

Hier ist wieder hervorzuheben, daß die Biegefestigkeit der großen Glasplatten weit kleiner ermittelt wurde als in den technischen Handbüchern zur Zeit noch angegeben ist, womit Mißerfolge aufgeklärt werden konnten.

In Abb. 16 bis 18 ist der Zustand von 8 Drahtglasplatten nach dem Versuch dargestellt, im Falle der Abb. 16 bei Platte 9 a und 9 b, bevor die Rißbildung zur Zerstörung führte, weil die daneben liegende Platte 9 c für die Höchstlast maßgebend war. Die zerstörten Platten zeigen in allen Fällen einen oder mehrere Risse, die in der Hauptsache parallel den Sprossen verlaufen. Dieser Rißverlauf dürfte für die besprochenen Versuche anzeigen, daß hier die übliche auch für die vorhergehende Rechnung gewählte Berechnung der Anstrengung, d. h. Annahme der größten Anstrengung im Schnitt *a a*, Abb. 2, zu Vergleichsrechnungen angängig ist. In bezug auf den Verlauf der Risse ist weiter zu beachten, daß die Glasplatten mehr oder minder große Abweichungen von der Ebene aufwiesen, ferner die Sprossen praktisch kaum vermeidbare Mängel zeigten, die auch nach sorgfältiger Vorbereitung des Versuchs ein gleichmäßiges Aufliegen der Glasplatte hinderten. Dazu kommt, daß die Glasplatten Vorspannungen enthalten, die an verschiedenen Stellen nicht gleich sind. Auch ist zu berücksichtigen, daß die Ränder der Glasplatten wie üblich behandelt worden sind, und daß die Beschaffenheit der Kanten die Biegefestigkeit beeinflußt[3]). Endlich muß beachtet werden, daß die Platten nach dem Bruch durch Unterlagen aufzufangen waren, wobei das Entstehen von sekundären Rissen nicht zu vermeiden war.

In Abb. 19 sind zwei Rohglasplatten dargestellt.

Die Ergebnisse der Versuche nach Abb. 1 bis 5 mit 615 mm Sprossenabstand findet man in Zahlentafel 1 unter b). Hiernach ist die Rißbildungslast und die Höchstlast bei den Versuchen 10 bis 13, 25 und 26 wieder zusammengefallen. Diese Lasten betrugen 216 bis 276 kg/m². Beim Versuch 14 traten die ersten Risse bereits unter $p = 176$ kg/m² auf.

[3]) Glastechnische Berichte Bd. 3 (1925) S. 159 u. f.

Glastafel *a* *b*

Abb. 20
Versuch 10 (Drahtglas).
Tafelgröße 240 cm × 60 cm
Bruchlast $p = 220$ kg/m²

Glastafel *a* *b*

Abb. 21
Versuch 13 (Drahtglas).
Tafelgröße 206 cm × 60 cm
Bruchlast $p = 246$ kg/m²

Glastafel *b* *c*

Abb. 22
Versuch 17 (Drahtglas).
Tafelgröße 168 cm × 87 cm
Bruchlast $p = 135$ kg/m²

Glastafel *b* *c*

Abb. 23
Versuch 18 (Drahtglas).
Tafelgröße 168 cm × 86 cm
Bruchlast $p = 161$ kg/m²

Die Biegefestigkeit der großen Drahtglasplatten, wie auf S. 570, l. Sp. für den Querschnitt *a a*, Abb. 2, ermittelt, fand ich im Mittel zu 161 kg/cm², d. i. ein wenig größer als bei den Platten mit 87 cm Breite (149 kg/cm²). Die kürzeren Glasplatten der Versuche 25 und 26 (K_b im Mittel 172 kg/cm²), sowie des Versuchs 13 (K_b im Mittel 160 kg/cm²) lieferten etwas größere Biegefestigkeiten als die längeren Platten der Versuche 10 bis 12 (K_b im Mittel 146 kg/cm²), eine Feststellung, die mit dem in der Einleitung Mitgeteilten im Einklang steht.

Abb. 20 und 21 zeigen den Verlauf der Risse in zerstörten Glasplatten mit 60 cm Breite. Wir finden hier in der Regel eine weitergehende Rißbildung als in den vorher beschriebenen breiteren Glasplatten, wie ein Vergleich mit Abb. 16 bis 18 erkennen läßt. In den schmäleren Platten sind zahlreiche Querrisse entstanden, die bei den breiteren Platten entweder fehlen oder in geringer Zahl auftreten. Zur Beurteilung dieser Feststellungen ist wesentlich, daß die Beanspruchung der Sprossen unter der Höchstlast bei 615 mm Sprossenabstand größer geworden ist als bei 885 mm Sprossenabstand.

Bei den Versuchen nach Abb. 6 bis 11 mit 885 mm Sprossenabstand sollte festgestellt werden, ob die Widerstandsfähigkeit der Gläser bei Lagerung auf den Deckschienen (entsprechend einer Belastung der Glasplatte aus dem Innern eines Gebäudes oder durch Absaugen) kleiner wird als bei der Prüfung nach Abb. 1 bis 5. Die Ergebnisse finden sich in Zahlentafel 1 unter c). Hiernach betrug die Höchstlast 123 bis 161 kg/m², war also im Mittel größer als bei den zugehörigen Versuchen 15, 16, 21 und 22 nach Abb. 1 bis 5 (95 bis 125 kg/m²). Die Bruch-Anstrengung K_b fand sich zu 191 bis 260 kg/cm², im Mittel zu 214 kg/cm² gegenüber 164 kg/cm² bei den Versuchen 15, 16, 21 und 22.

Über den Zustand der zerstörten Glasplatten geben Abb. 22 und 23 Auskunft. Wie bei den Versuchen unter a) sind die Risse parallel den Sprossen vorherrschend. Vor der Höchstlast ist nur in einem Fall ein Riß entstanden (Riß *a* in Platte 17 b, Abb. 22). Die Glasdeckschienen zeigten nach dem Versuch nur in zwei Fällen Querrisse.

In Abb. 24 sind die Biegefestigkeiten K_b der nach Abb. 1 bis 5 geprüften Gläser als Ordinaten zu den Werten $l^2 : J$ als Abszissen aufgetragen. $l^2 : J$ sei als Maß der Nachgiebigkeit der Sprossen gewählt. Abb. 24 zeigt für das 6 und 8 mm dicke Drahtglas und Rohglas, daß K_b bei Zunahme von $l^2 : J$ von 4573 auf 6742 $\frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^4}$, also mit wachsender Nachgiebigkeit der Sprossen, etwa nach der gestrichelten Linie abgenommen hat. Jedoch kann dieser Feststellung keine allgemeine Bedeutung beigemessen werden, weil die bei $l^2 : J = 9259 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^4}$ ermittelten Werte K_b wieder höher liegen und weil, wie die eingetragenen Einzelwerte andeuten, die Biegefestigkeit der großen Handelsgläser unter sonst gleichen Verhältnissen erheblich schwankt. Zunächst dürfte den Versuchen zu entnehmen sein, daß die Auflagerung der Gläser, also die Dicke und Beanspruchung der Sprossen in den gewählten Grenzen, keine wesentliche Bedeutung hatte, was auch aus andern, später zu besprechenden Beobachtungen hervorgeht. Es ist demnach hauptsächlich zu beachten, daß als Biegefestigkeit K_b der großen Glasplatten, wenn von dem niedersten Wert, der zum Versuch 9 gehört und der nur 100 kg/cm² lieferte, abgesehen wird, zwischen rd. 120 und 200 kg/cm² zu erwarten ist.

Nach dieser Feststellung können wir die Wahl der zulässigen Anstrengung der Gläser erörtern. Da bei Glas an sich die zulässige Anstrengung nahe der Bruchanstren-

Abb. 24
Biegefestigkeit großer Glasplatten auf eisernen Sprossen.

gung liegen darf[4]), so ist es angängig, das Verhältnis der zulässigen Anstrengung zur Mindestfestigkeit groß zu wählen; ich schlage vor, zunächst $^6/_{10}$ von 120, d. s. rd. 70 kg/cm², zu wählen. Nach Abb. 25 darf dann die Auflagerentfernung flach liegender Glasplatten bei 7 mm Dicke nicht mehr als rd. 62 cm betragen, wenn als Nutzlast 100 kg/m² eingesetzt werden. In bezug auf die Dicke der Sprossen ist zu beachten, daß der Krümmungshalbmesser des Glases unter gleichmäßig verteilter Last bei 70 kg/cm² Biegungsanstrengung etwa 3500 cm beträgt. Soll also die Biegungsanstrengung der Gläser in Richtung der Sprossen die zulässige nicht überschreiten, so darf die Krümmung der Sprossen nicht kleiner als $\varrho = 3500$ cm werden, und das Trägheitsmoment der Sprossen muß demgemäß (bei Berücksichtigung des Widerstandes der Gläser mit 63 cm Breite)

bei $l = 100$ cm mindestens $J = 1{,}0$ cm⁴
„ $l = 150$ „ „ $J = 3{,}0$ „
„ $l = 200$ „ „ $J = 5{,}8$ „
„ $l = 250$ „ „ $J = 9{,}3$ „

betragen, freie Lagerung der Sprossen vorausgesetzt.

Die Werte K_b, die bei den Versuchen nach Abb. 6 bis 11 ermittelt wurden, sind im Durchschnitt größer ausgefallen als bei der Prüfung nach Abb. 1 bis 5, weshalb eine besondere Erörterung unterbleiben kann.

Abb. 25
Rechnungsmäßige Biegeanstrengungen von 7 mm dicken Glasplatten unter $p = 100$ kg/m² Belastung.

Einsenkungen der Sprossen und Gläser

Von den vier Sprossen des Versuchsfeldes, Abb. 2, waren die Sprossen II und III durch je zwei Glasplatten, die außen gelegenen Sprossen I und IV nur durch eine Platte belastet. Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen beschränkten sich auf Beobachtungen an den Sprossen II und III.

Zunächst ist bei 20 Versuchen die Senkung f in der Mitte der beiden Sprossen verfolgt worden. Die Ergebnisse zeigten, daß die Einsenkung stetig zunahm. In keinem Fall ist die Streckgrenze der Sprossen überschritten worden. Das Verhältnis der Einsenkung f zur Auflagerentfernung l der Sprossen und der damit berechnete Krümmungshalbmesser ϱ der Sprosse (gleichmäßig verteilte Last und freie Auflagerung vorausgesetzt) unter der Last von 100 kg/m² ist für einige Versuche aus Zahlentafel 2 zu entnehmen.

Wird nun untersucht, ob die Größe der Biegefestigkeit K_b der Gläser abhängig war von der Formänderung der Sprossen, also von der Auflagerung der Gläser, wie dies in Abb. 26 für K_b und ϱ geschehen ist, so zeigt sich, daß in dem gewählten Gebiet keine ausgeprägte Abhängigkeit der Biegefestigkeit vom Krümmungshalbmesser der Sprossen zu erkennen ist.

Weiter war zu verfolgen, ob die gemessenen Durchbiegungen der Sprossen mit der üblichen Rechnung im Einklang stehen. Zu diesem Vergleich sind die Einsenkungen f der beiden mittleren Sprossen unter der Last $p = 100$ kg/m² herausgegriffen worden. Wird die Einsenkung der Sprossen in der üblichen Weise, d. h. unter Außerachtlassung des Widerstandes des Glases und der Deckschiene, also lediglich unter Einführung des Trägheitsmoments der Sprosse, berechnet, so finden sich die Rechnungswerte f'. Die Versuchswerte f sind durchweg kleiner als die Rechnungswerte f'; die Sprossen haben sich weniger durchgebogen, als die übliche Rechnung angibt, derart, daß das Verhältnis $f : f'$ 0,53 bis 0,88 beträgt, vgl. Abb. 27. Die Verhältniszahlen waren bei den Versuchen mit den schwächeren Profilen kleiner. An diesem Unterschied ist zunächst der Umstand beteiligt, daß die übliche Rechnung bei der Einsenkung der Sprossen den Einsenkwiderstand des Glases nicht berücksichtigt. Wird nun angenommen, Glas und Sprosse wirken mit gleicher elastischer Linie oder wird, was hier das gleiche ist, zum Trägheitsmoment der Sprosse dasjenige des Glases, den Dehnungszahlen entsprechend auf ein Drittel vermindert, hinzugerechnet, so erhält man die Einsenkungen f''. Die Unterschiede zwischen Rechnung und Versuch sind damit wesentlich kleiner geworden, wie die Verhältniszahlen $f : f''$ in Abb. 27 erkennen lassen; diese betragen jetzt 0,61 bis 0,95. Die Unterschiede erschienen noch so erheblich, daß man versuchen mußte, die Ursachen klarzustellen.

[4]) Vergl. Glastechnische Berichte Bd. 3 (1925) S. 155 bis 157, ferner „Bautechnik" Bd. 4 (1926) S. 478 u. f.

Die Versuche hierzu seien mit ihren Ergebnissen kurz erläutert:

a) Sprosse 6 (Wema IIb)

α) Nach Ermittlung der Durchbiegung mit Einzellast in der Mitte und Annahme der Dehnungszahl des Eisens mit $^1/_{2100000}$ ist J zu 9,38 cm⁴ berechnet worden.

β) Bei Belastung der Sprosse durch acht gleichmäßig verteilte Einzellasten P und mit der Spannweite $l = 200$ cm fand sich die Einsenkung unter $P = 33{,}25$ kg zu 14,1 mm.

γ) Auf die Sprosse wurde nun nach Auftragen der Triolinschnüre (vergl. Abb. 5) eine Rohglasscheibe von 7,7 mm Dicke und 300 mm Breite gelegt; Trägheitsmoment der Glasscheibe $J_{gl} = 1{,}14$ cm⁴. Belastung wie unter β. Einsenkung durch $P = 33{,}25$ kg, $f_v = 13{,}4$ mm.

Die Rechnung bei Einführung von $J + \frac{1}{3} J_{gl} = 9{,}76$ m⁴ liefert $f_R = 13{,}6$ mm, also fast das gleiche wie der Versuch.

δ) Versuch wie γ, jedoch die Scheibe mit Deckschienen und Schrauben. Einsenkung durch $P = 33{,}25$ kg, $f = 13{,}0$ mm gegen 13,4 mm ohne Deckschiene. Die Deckschiene hat hiernach die Einsenkung deutlich verringert.

In allen Fällen war freie Auflagerung vorhanden.

b) Sprosse 26 (Wema IIo)

α) Trägheitsmoment der Sprosse $J = 4{,}34$ m⁴.

β) Einsenkung durch verteilte Lasten $P = 16{,}75$ kg, sonst wie α, β, Sprosse allein $f = 15{,}4$ mm.

γ) Sprosse mit aufgelegter Rohglasplatte 300 mm breit, 7,3 mm dick, $f_v = 14{,}3$ mm (Rechnung $f_R = 14{,}3$ mm).

δ) Sprosse, mit aufgelegter Rohglasplatte wie beim vorhergehenden Versuch, Deckschiene aufgeschraubt, $f = 13{,}9$ mm.

Zahlentafel 2

beim Versuch	4	8	9	11	12	13	16	18	19	21	23	24	25	26
Auflagerentfernung der Sprossen l cm	218	218	218	235	235	200	178	178	178	140	140	140	140	140
$f : l$	1 : 202	1 : 225	1 : 229	1 : 191	1 : 194	1 : 222	1 : 237	1 : 205	1 : 214	1 : 500	1 : 538	1 : 500	1 : 737	1 : 667
Krümmungshalbmesser ϱ cm	4580	5100	5210	4680	4750	4630	4400	3790	3980	7290	7850	7290	10750	9730

Abb. 26
Biegefestigkeit großer Glasplatten.
[1]) im Querschnitt a—a nach Abb. 2 (vergl. Spalte 17 der Zahlentafel 1)

Abb. 27
Einsenkung der Sprossen nach Versuch (f) und Rechnung (f', f'').

Bis jetzt lagerte die Sprosse 26 an den Enden auf frei beweglichen Walzen. Bei den Hauptversuchen waren die Sprossen ebenfalls auf Walzen gelegt, außerdem noch mit einer Schraube an den in Abb. 4 und 5 ersichtlichen Winkeln befestigt. Diese Befestigung bedeutet eine teilweise Einspannung der Sprosse. Damit ging die Einsenkung unter sonst gleichen Verhältnissen wie γ) bis auf 12,0 mm zurück.

Aus diesen und weiteren Versuchen, die hier wegen Raummangels nicht mitgeteilt werden können, geht hervor, daß der in Abb. 27 ersichtliche Unterschied zwischen gerechneter und gemessener Einsenkung der Sprossen auf den Einfluß der Deckschienen und der Befestigung der Sprossen auf den Querträgern zurückzuführen ist. Auch kommt in Betracht, daß die äußeren Sprossen weniger Last aufzunehmen haben, infolgedessen weniger durchgebogen werden und damit den Widerstand der mittleren Sprossen an den Auflagern erhöhen.

D. Schlußbemerkung

Die Ergebnisse lassen für das Gebiet, das durch die Versuche gedeckt erscheint, folgendes erkennen:

1. Die Biegefestigkeit großer Glasplatten ist bedeutend kleiner als die Biegefestigkeit von 10 oder 20 cm breiten Proben aus den geprüften großen Platten.
2. Die in üblicher Weise berechnete Biegefestigkeit der großen Drahtglasplatten (87 und 60 cm Breite, 145 bis 225 cm Länge) fand sich zu 100 bis 260 kg/cm², diejenige der großen Rohglasplatten (87 cm Breite, 145 und 225 cm Länge) zu 128 bis 207 kg/cm². Diese Ergebnisse stammen aus drei Lieferungen verschiedener Herkunft; sie stehen im Einklang mit früheren Beobachtungen an Drahtgläsern aus sieben Glashütten[5]).
3. Nach den Feststellungen zu 1 und 2 wird für das zur Zeit übliche Handelsglas als zulässige Biegungsanstrengung $K_b = 70$ kg/cm² vorgeschlagen. Damit ergeben sich für flach und wenig geneigt liegende Gläser Spannweiten von 62 cm, sofern die Gläser 100 kg/m² tragen sollen. Wenn die zulässige Anstrengung des Glases in Richtung der Sprossen ebenfalls zu $K_b = 70$ kg/cm² gewählt wird, so ist die zulässige Einsenkung der Sprossen und damit das Trägheitsmoment ebenfalls bestimmt (vergl. unter C).
4. Die gemessene und die rechnungsmäßige Einsenkung der Sprossen standen in ausreichendem Einklang, wenn in der Rechnung die Anteilnahme des Glases und der Deckschienen, sowie die Einspannung der Sprossen an den Auflagern berücksichtigt wurde.

[5]) Vergl. Graf, Glastechnische Berichte Bd. 3 (1925) S. 165 u. f.

[B 978]

Einfluß kurzzeitiger Erwärmungen auf hartgezogene Drähte aus Metallen und Metallegierungen

In der Elektrotechnik finden Kupfer, Bronze, Aluminium, Aludur und Aldrey ausgedehnte Verwendung. Von großer Bedeutung ist das Verhalten dieser Metalle bei kurzzeitigen Erwärmungen, wie sie z. B. durch Kurzschlüsse hervorgerufen werden. Man hat daher ausgedehnte Versuche über den Einfluß von Stromstößen auf die mechanischen und physikalischen Eigenschaften hartgezogener Drähte aus diesen Werkstoffen durchgeführt. Bei weiteren Versuchen wurden die Drähte nicht durch elektrischen Strom, sondern in einem Salpeterbad ausgeglüht. Zusammenfassend kann man aus dem Ergebnis der angestellten Versuche folgende allgemein gültige Schlüsse ziehen:

1. Bei Metallen und Legierungen, bei denen die darin enthaltenen Bestandteile sich stets in fester Lösung befinden — auch bei gewöhnlicher Temperatur — genügen bei entsprechend hohen Ausglühtemperaturen Bruchteile von Sekunden, um eine vollkommene Rekristallisation des harten Ausgangsmaterials herbeizuführen. Die betreffenden Werkstoffe nehmen dann auch in dieser kurzen Ausglühzeit die höchste erreichbare elektrische Leitfähigkeit und die geringstmöglichste Zugfestigkeit an.

2. Bei Legierungen, bei denen Zugfestigkeit und elektrische Leitfähigkeit abhängig sind von der Form, in der sich die Zusätze befinden, werden, falls die zur Erzielung der niedrigsten Zugfestigkeit und des geringsten spezifischen Widerstandes erforderliche Ausglühtemperatur niedrig ist, verhältnismäßig lange Ausglühzeiten erforderlich sein, da bei den niedrigen Ausglühtemperaturen die Diffusionsgeschwindigkeit meistens verhältnismäßig klein ist.

3. Bei Legierungen, bei denen zur Erreichung hoher Zugfestigkeiten hohe Vergütungstemperaturen erforderlich sind, wie z. B. bei denjenigen Aluminiumlegierungen, bei welchen Vergütungstemperaturen, die kurz unter dem Soliduspunkt liegen, angewendet werden, genügen, ähnlich wie bei den reinen Metallen und den unter 1 bezeichneten Legierungen. Bruchteile von Sekunden, wie die durchgeführten Versuche an Aludur zeigen.

Die drei aufgestellten Leitsätze gelten jedoch nur dann, wenn es sich um Werkstoffe handelt, die eine Warm- und Kaltreckung von mindestens 99 vH durchgemacht haben und bei denen die Summe der zulegierten Beimengungen geringer ist als die größtmögliche Menge, die als Mischkristall aufgenommen werden kann. (Z. f. Metallk. Bd. 20 (1928) April-Heft S. 132)

[N 1529] Gw.

Zum Ozeanflug des Junkers-Flugzeuges „Bremen"

Abb. 1
Das Junkers-Post- und -Frachtflugzeug Bauart W 33, mit dem der Ozeanflug ausgeführt wurde.

Abb. 2
Inneres der Tragfläche mit den Benzinbehältern und luftgefüllten Gummiblasen.

Abb. 3
Der Junkers-Motor, Bauart L 5.

Abb. 4
Der Frachtraum, worin man für den Ozeanflug Brennstoffbehälter eingebaut hat.

Abb. 5
Das Fahrgestell des Flugzeuges.

RUNDSCHAU

Luftfahrt

Zum Ozeanflug des Junkers-Flugzeuges „Bremen"

Das Junkers-Flugzeug, mit dem die beiden Flugzeugführer Hauptmann Köhl und der irische Major Fitzmaurice in Begleitung des Freiherrn v. Hünefeld am Donnerstag, dem 12. April, vormittags, von dem Flugfeld Baldonnell, Irland, aufgestiegen und nach 40½ h Flugzeit auf der Insel Greenly Island an der Küste der Halbinsel Labrador am Südende der Belle-Isle-Straße gelandet sind, ist ein Ganzmetall-Post- und Frachtflugzeug, Baumuster W 33, Abb. 1, 6 und 7. Wie bei allen Junkers-Flugzeugen ist auch „Bremen" — so hat man das Ozeanflugzeug getauft — in der Hauptsache aus Duralumin hergestellt.

Der verspannungslose freitragende Tiefdecker hat nach außen abnehmende Flächentiefe und -dicke. Die Tragfläche besteht aus drei Teilen, dem Mittelstück und den beiden Seitenteilen. Das Mittelstück ist fest mit dem Rumpf verbunden, die beiden äußeren Teile sind mittels Kugelgelenkverbindungen mit Überwurfmuttern aus Chromnickelstahl an dem Mittelstück befestigt, Abb. 2. Die Flügelholme: Duraluminrohre, sind durch Z-Streben aus Duralumin zu Trägern vernietet. Die Wellblechflügeldecke hat man durch Niete mit den Rohrholmen verbunden. Flügelnase und Abschluß der Tragfläche dagegen bestehen aus Blechplatten. Ähnlich ist das freitragende Leitwerk hergestellt.

Die einzelnen Spanten des Rumpfes sind durch Duralumin-Profilträger miteinander verbunden. Das Rumpfmittelstück, bestehend aus Motorvorbau, Führersitzen, Fluggastsitz und Flächenmittelstück, bildet als festester Teil die Grundlage der Konstruktion. Bei Verlust des Fahrgestells nimmt daher die starke Konstruktion des Mittelgerüstes alle Stöße auf. Auch der Rumpf ist mit Wellblech bekleidet. Das Fahrgestell, Abb. 5, setzt sich aus vier mit Duraluminblech stromlinienförmig verkleideten Stahlstreben, in die je eine Gummiabfederung eingebaut ist, einer geteilten Achse, an deren Drehpunkt zwei am Rumpf befestigte V-Streben angreifen, und zwei Laufrädern zusammen.

Vorn im Rumpf ist ein 280/310 PS-Motor, Bauart Junkers L 5, Abb. 3, eingebaut. Der sechszylindrige wassergekühlte Motor verbraucht bei 1500 Uml./min 230 g/PSh Brennstoff und 7 bis 10 g/PSh Öl. Sein Gewicht ohne Nabe, Luftschraube, Wasser und Öl beträgt 315 kg. Er hat 160 mm Zyl.-Dmr. und 190 mm Hub. Das Verdichtungsverhältnis beträgt 1 : 5,5. Der Motor ist mit einem Ganzmetall-Einstellpropeller, Bauart Junkers, ausgerüstet. Die Brennstoffbehälter liegen im Flügel, und außerdem hat man für den Ozeanflug in den Frachtraum mehrere Brennstoffbehälter eingebaut, Abb. 4. Hinter dem Motor, von ihm durch ein Schott gegen Brandgefahr getrennt, liegen zwei nebeneinander angeordnete Führersitze mit der Doppelsteuerung und den auf einer davorstehenden Schalttafel eingebauten Geräten. Zur Bestimmung der Flugrichtung über dem Meer und im Nebel dienten drei Kompasse; zwei waren unmittelbar neben den Führersitzen, der dritte, ein Selen-Fernkompaß, in das Rumpfende eingebaut.

Zwischen den beiden Sitzen befindet sich eine Tür, die in den Frachtraum führt. Hier können bei dem normal ausgeführten Flugzeug 3,5 m³ Fracht untergebracht werden. Für den Flug nach Amerika waren Behälter eingebaut, die insgesamt 1900 kg Brennstoff und 200 kg Öl aufnehmen konnten. Bei einem Leergewicht der „Bremen" von 1360 kg betrug das Aufstieggewicht einschließlich Besatzung, Instrumente, Proviant rd. 3700 kg. Die Brennstoffmenge hätte bei normalen Wetterverhältnissen für eine Flugstrecke von 6000 km ausreichen müssen. Da jedoch von dem Flugzeug nur 3500 km zurückgelegt worden sind, muß man annehmen, daß die Flieger auf ihrem Fluge nach Amerika, besonders auf der letzten Strecke, äußerst ungünstiges Wetter gehabt haben müssen.

[M 1528] Gossow

Abb. 6 und **7**
Das Ozeanflugzeug „Bremen".

Förderanlagen

Entladen von Schiffen mittels stetiger Förderer

Die Anlage ist vor kurzem in Genthin von der dortigen Zuckerraffinerie in Betrieb genommen worden und dadurch bemerkenswert, daß die Kohlen durch einfache Dauerförderer von den Kähnen bis zum Kesselhaus gebracht werden, Abb. 8 bis 11. Die Ausführung stammt von A. W. Mackensen, Magdeburg.

Durch ein Schiffsbecherwerk *a*, das in einem turmartigen Fahrgestell *b* heb- und senkbar angeordnet ist und für jede Schiffstiefe eingestellt werden kann, werden die Kohlen, die durch Zubringerschnecken an die Becher herangebracht werden, aus dem Schiff um 12,5 m gehoben und an ein beweglich angeschlossenes und 12 m langes Förder-

Abb. 8
Ausladen von Kohlen aus Schiffen mittels stetiger Förderer, erbaut von A. W. Mackensen, Magdeburg, für die Zuckerraffinerie Genthin.

band c weitergegeben. Das Turmgerüst b ist mit dem angebauten Förderband auf vier Rädern auf dem Obergurt der Brücke quer zur Schiffsachse verfahrbar. Das Becherwerk a wird durch ein elektrisch betriebenes Windwerk d gehoben und gesenkt, das Fahrwerk des Turmes durch einen besonderen Fahrmotor angetrieben.

Auf der einen Seite ist das verfahrbare Förderband c an das Becherwerk a angeschlossen, auf der andern ruht es auf einem Fahrgestell mit vier Laufrädern, das durch einen Kettentrieb vom Schiffsbecherwerk angetrieben wird. Die Kohlen werden von hier von einem in die Brückenkonstruktion eingebauten, anschließenden, festen Förderband e von 18 m Länge übernommen und auf weitere, zunächst wagerecht, dann ansteigend verlaufende Förderbänder f_1, f_2 weitergegeben, die bei einer Länge von 70 m einen Höhenunterschied von 7 m überwinden und nach dem Kesselhaus g führen. An der Überleitungsstelle h von dem kürzeren zu den längeren, feststehenden Förderbändern ist eine Umstellklappe eingebaut, so daß die Kohlen über eine Schurre auch nach dem Lagerplatz geführt werden können, vergl. Abb. 8. Zur Verteilung und Stapelung dienen fahrbare Kleinförderbänder, die beim Entnehmen vom Lagerplatz die Kohlen durch die in der Umkleidung der Bandbrücke angebrachten Öffnungen auf das lange, ansteigende Band f_1 fördern.

Als Förderorgan wird ein 500 mm breites und muldenförmig auf Tragrollen geführtes Gummiband benutzt. Die Anlage fördert bei 1,3 m/s Geschwindigkeit 40 t/h.

Dresden [M 1256] Dipl.-Ing. Fr. Riedig

Unterricht

Besuch der deutschen technischen Hochschulen und Bergakademien im Winterhalbjahr 1927/28

Zum ersten Male haben wir bei der Übersicht der Studierenden auch die Hochschulen Deutsch-Österreichs mit berücksichtigt, vergl. Zahlentafel 1. Hiernach beträgt die Gesamtzahl der eingetragenen Studierenden 27 912, die der Hörer und Gasthörer 3663. Die Technische Hochschule Berlin, bei der die Zahl der Studierenden weiter zugenommen hat, steht diesmal an erster Stelle; es folgen München, die sonst oft am meisten besuchte Hochschule, mit etwa gleicher Zahl wie im Vorjahr, sodann Wien, Dresden, Darmstadt und Hannover.

Der Vergleich mit dem Vorjahr, Zahlentafel 2, zeigt, daß die Gesamtzahl der Studierenden an den reichsdeutschen Hochschulen gegenüber dem Winterhalbjahr 1926/27[1]) wieder ein wenig zugenommen hat. Eine recht erhebliche Steigerung, um rd. 500 Studierende, weist das Studium des Bauingenieurwesens auf, in etwas geringerem Maße zeigt sich die Vermehrung auf dem Gebiete der Allgemeinen Wissenschaften, zu dem auch die Wirtschaftswissenschaften zählen,

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 493.

Zahlentafel 2

Gesamtzahl der Studierenden in den Fachabteilungen der reichsdeutschen Hochschulen W.-S. 1913/14, 1925/26, 1926/27, 1927/28

	1913/14	1925/26	1926/27	1927/28
Architektur	1 921	1 565	1 721	1 947
Bauingenieurwesen	2 717	2 242	2 476	3 005
Maschineningenieurwesen / Elektrotechnik	4 278	12 616	12 546	11 912
Schiffbau	233	346	515	505
Chemie und Pharmazie	1 422	2 414	2 097	2 017
Hüttenkunde	429	945	873	767
Bergbau	106*)	1 407	1 227	1 003
Land- und Forstwirtschaft	191	257	222	203
Allgemeine Wissenschaften	403	2 034	2 267	2 735
zusammen	11 726	23 824	23 944	24 094

Zahlentafel 3

Verhältnismäßige Zunahme an Studierenden in den Winterhalbjahren 1925/26, 1926/27 und 1927/28 gegenüber 1913/14

Jahr	Gesamtzahl*)	Verhältniszahl	Maschineningenieure und Elektrotechniker	Verhältniszahl
1913/14	11 726	1	4 304	1
1925/26	22 269	1,90	12 614	2,93
1926/27	22 960	1,96	12 546	2,91
1927/28	23 289	1,99	11 912	2,76

*) ohne Bergakademien.

Zahlentafel 1. Besuch der deutschen Technischen Hochschulen und Bergakademien im Winterhalbjahr 1927/28

Abteilungen		Aachen	Berlin	Braunschweig	Breslau	Clausthal	Danzig	Darmstadt	Dresden	Freiburg	Hannover	Karlsruhe	München	Stuttgart	Wien	Graz	Leoben	insgesamt
Architektur	Stud.	81	344	78	—	—	120	219	183	—	155	150	302	315	232	96	—	2 275
Bauingenieurwesen	„	115	667	124	52	6+)	229	278	234	—	311	184	555	250	553	185	14+)	3 757
Maschineningenieurwesen	„	226	1429	288	320	—	487	854	915 (zus. mit Elektrotechnik)	—	805	469	2119 (zus. mit Elektrotechnik)	590	846	347	—	13 822 (zus. mit Elektrotechnik)
Elektrotechnik	„	126	1071	157	163	—	308	569		—	456	288		272	647	70	—	
Schiff- und Schiffsmaschinenbau	„	—	307	—	—	—	198	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	520
Chemie, Pharmazie	„	63	290	222	103	—	122	133	284	—	124	127	322	227	210	59	—	2 286
Hüttenkunde	„	272	126	—	112	142	—	—	—	107	—	—	—	8	41	—	123	931
Bergbau	„	116	235	—	82	333	—	—	—	237	—	—	—	—	—	—	127	1 130
Land- und Forstwirtschaft	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	203	—	93	—	—	296
Allgemeine Wissenschaften	„	48	203	83	53	1	120	303	928*)	—	73	73	688°)	162	153	7	—	2 895
Studierende zusammen		1047	4672	952	885	482	1584	2356	2544	344	1924	1291	4189	1824	2790	764	264	27 912
Hörer und Gastteilnehmer		794	563	188	73	4	145	288	101	20	328	106	176	562	204	90	21	3 663
Gesamtzahl		1841	5235	1140	958	486	1729	2644	2645	364	2252	1397	4365	2386	2994	854	285	31 575

+) Markscheider. *) davon 636 Studierende der Kulturwissenschaften. °) davon 480 Studierende der Wirtschaftswissenschaften.

und bei der Abteilung für Architektur. Dafür ist in den andern Fachabteilungen die Zahl der Studierenden ziemlich gleichmäßig etwas zurückgegangen. Die Zahl der Studierenden des Maschinenbaufaches und der Elektrotechnik ist immer noch sehr hoch geblieben; sie beträgt, wie Zahlentafel 3 zeigt, 2,76mal soviel wie im Wintersemester 1913/14[2]), während die Gesamtzahl der Studierenden aller Fachabteilungen rd. doppelt so hoch wie im Wintersemester 1913/14 ist. [N 1527] Sd.

[2]) Vergl. Z. Bd. 58 (1914) S. 155.

Abb. 9 bis **11**
Schiffsentladeanlage.
a Schiffsbecherwerk *b* turmartiges Fahrgestell *c* 12 m langes bewegliches Förderband *d* elektrisch betriebenes Windwerk *e* 18 m langes festes Förderband f_1, f_2 ansteigende Förderbänder (70 m lang) *g* Kesselhaus *h* Überleitungsstelle von *e* zu f_1

Zur Ausbildung der Textilingenieure

Der überaus vielseitige Chemnitzer Textilbezirk, das Land Sachsen, im erweiterten Sinne auch das gesamte Deutsche Reich, verlangen besonders für die Textilindustrie fertig ausgebildete Ingenieure, die unmittelbar in den verschiedenen Zweigen der Textilindustrie oder des Textil-Maschinenbaues verwendet werden können[1]). Für die Leitung der textilen Fabriken (wie Spinnereien, Webereien und Ausrüstungsanstalten) nahm man bisher die Besucher der Spinn- und Webschulen, die wohl die erforderlichen Sonderkenntnisse mitbrachten, aber die erweiterten Kenntnisse über Betriebsmaschinen und Einrichtungen und alles sonstige, was von einem Betriebsleiter verlangt werden muß, erst nach längerer Praxis hinzulernten. Für den Bau von Textilmaschinen war man daher genötigt, junge Ingenieure des allgemeinen Maschinenbaues hereinzunehmen, die bestenfalls an ihren Ausbildungsstätten Vorträge über Spinnerei und Weberei, seltener schon über Ausrüstung gehört hatten; konstruktiv, sei es auch nur in der allgemein übenden Art der technischen Schulen, hatten sie sich jedoch nicht betätigt. Es war somit auch hier nötig, die jungen Ingenieure in den Konstruktionsbureaus erst allmählich auszubilden, ein Verfahren, das aus mancherlei Gründen oftmals fehlschlug.

Um diesen Übelständen abzuhelfen und den Bedarf nach gut und allgemein ausgebildeten Textilingenieuren zu befriedigen, schuf die Staatliche Gewerbeakademie in Chemnitz ihre Abteilung für Textilingenieure. Als Aufnahmebedingung wird das Zeugnis für Obersekunda gefordert, das mit den Noten „gut" für Mathematik und Deutsch und genügender Vorbildung für Englisch vorgelegt werden muß; andernfalls wird eine ergänzende Aufnahmeprüfung vorgenommen. Außerdem muß eine praktische Tätigkeit von zwei Jahren nachgewiesen werden, wovon ein Jahr in einer Maschinenbauwerkstätte und ein weiteres Jahr in den Betrieben der Spinnerei, Weberei oder Ausrüstung abgelegt sein soll. Diese, verhältnismäßig lange Vorpraxis legt den Grund zu einem raschen und guten Verständnis des gebotenen Lehrstoffes.

Der Ausbildungsgang dauert sieben Semester bei Anwesenheitszwang und seminaristischer Lehrweise in den Übungen und nach Bedarf auch im Vortrag. Die ersten drei Semester dienen vor allem der Ausbildung in den technischen Grundlagen (Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Freihand- und Maschinenzeichnen usw.). Außerdem wird Deutsch, Literaturgeschichte, Englisch und in den oberen Semestern auch Rechtskunde und Volkswirtschaftslehre (neben Weiterführung des Deutschen) getrieben. Vom vierten Semester an treten als weitere technische Fächer hinzu: Kinematik, Dynamik, Elektrotechnik sowie der Vortrag und die Konstruktionsübungen über Maschinenelemente. Im vierten Semester beginnt auch die eigentliche Fachausbildung in der Textiltechnik. Sie wird grundsätzlich nur von Lehrkräften erteilt, die diese Sonderfächer an technischen Hochschulen studiert haben und in langjähriger und leitender Tätigkeit in der Textilindustrie große praktische Erfahrungen sammeln konnten. In größter Vollständigkeit werden die Spinnerei aller Faserstoffe und die zugehörigen Maschinen, die Weberei mit ihren Bindungsarten, die Webstühle und die zugehörigen Maschinen, sowie die Wirkerei vorgetragen. Das Gleiche gilt von dem gesamten Gebiete der Ausrüstungstechnik, wo die Färberei, Bleicherei, Appretur usw. und die erforderlichen Maschinen behandelt werden.

Besonders gepflegt wird die Ausbildung von Konstrukteuren für Textilmaschinen, die man wertvoll auch durch Arbeiten in den reichhaltigen Textilsammlungen und Maschinensälen vertieft. In der Erkenntnis, daß manche

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1433.

der textilen Großleistungsmaschinen, wie sie die Praxis anwendet, für den Lehrbetrieb ungeeignet sind (wegen großen Materialverbrauches und dergl.), wurden besondere Versuchsmaschinen angeschafft, die den Studierenden die Grundgedanken der Erzeugung von Textilgut klar erkennen lassen und umfangreiche Messungen gestatten. Diese Maschinen ermöglichen auch die ausschließliche Bedienung durch den Studierenden selbst und vermeiden die Hilfe von Arbeiterfachpersonal; sie nötigen somit den angehenden jungen Ingenieur, alle Einzelheiten kennen zu lernen. Planmäßig durchgeführte Lehrausflüge in die textilen Fabriken des überaus vielseitigen Chemnitzer Bezirkes gestatten es, einen besonders vollkommenen Ausbildungsgang zu bieten.

Um den Studierenden der Textiltechnik auch eine ausreichende maschinentechnische Schulung angedeihen zu lassen, in Rücksicht auf spätere Betriebsleitung, werden noch Vorträge und Übungen in mechanischer Technologie, Untersuchung und Messung an Kesseln, Dampfmaschinen und Turbinen, elektrischen Maschinen, Kompressoren und Gasmotoren eingeschaltet. Für die Tätigkeit der angehenden Textilingenieure als spätere Betriebsleiter der Ausrüstungsanstalten sind die Übungen im Färberei-Chemielaboratorium sowie praktische Versuche in der Fasertechnologie von großem Wert.

Die Ausbildung in den Grundfächern wird ergänzt durc den Besuch von Wahlfächern, z. B. Metallographie, Ve messungslehre, Papierherstellung, Funktechnik, Feuerlösc wesen, Gewerbehygiene und Unfallverhütung, Fremdspr chen, Kaufmännisches Rechnen, Wirtschafts- und Verkehr geographie, Bürgerliches Recht. [N 1401] A.

Berichtigungen

Das Achenseewerk der Tiroler Wasserkraftwerke, A.-G.

Zu dem in Heft 12 S. 389 veröffentlichten Aufsatz vo P. Simon ist noch nachzutragen, daß die Planung un Ausführung des Druckschachtes der Firma Escher, Wyss & Cie., Zürich, als Generalunternehmung übertragen war. [N 1533]

Reibungsversuche am Gleitlager

In dem Aufsatz von G. Duffing in Z. Nr. 15 vo 14. April 1928 muß es überall anstatt h^x heißen h^* (h^{Ster} = Konstante, die durch die Endbedingungen bestimmt wird) Auf S. 499, r. Sp., 14. Zeile v. unten heißt es richtig: Di Formel von Kießkalt läßt also eine Extrapolation nich zu. [N 1532]

Kleine Mitteilungen

Eingehäuse-Turbodynamo von 12000 kW, Bauart Zoelly

Prof. D. Dresden, Den Haag, hat eine dieser neueren Turbodynamos im städtischen Kraftwerk Leiden untersucht und dabei die Ergebnisse der von Stodola an einer kleineren Maschinengruppe ausgeführten Versuche, Z. Bd. 71 (1927) S. 747, bestätigt gefunden. Bei voller Belastung, 382 ° Temperatur und 20,1 at abs. Druck des Frischdampfes vor dem Absperrventil sowie 0,0522 at abs. Dampfdruck am Kondensatoreintritt erreichte der thermodynamische Wirkungsgrad der Dampfturbine, bezogen auf die Leistung an der Kupplung, den Wert von 82,6 vH. (Schweiz. Bauzeitung 14. April 1928 S. 181/83*) [N 1530 a] H.

Drehbank mit Vorschub durch Flüssigkeitsgetriebe

Die Consolidated Machine Tool Corporation, Rochester, N. Y., hat eine schwere Wellendrehbank konstruiert, bei der dem Werkzeugschlitten der Vorschub durch Ölgetriebe erteilt wird. Auf der Vorder- und auf der Rückseite des Bettes ist je ein Ölzylinder angebaut, dessen Kolben mit dem Werkzeugschlitten verbunden ist; die Arbeitsweise ist die gleiche wie bei der Tischbewegung, z. B. bei den Diskus-Schleifmaschinen[1]).

Die kräftige Ausführung der Verbindungsteile zwischen Flüssigkeitsgetriebe und Schlitten ermöglicht das Arbeiten mit großen Vorschüben und schweren Schnitten. Die Schnellverstellung vollzieht sich mit rd. 2 m/min Geschwindigkeit; jeder Vorschub bis zu 1,3 mm/Uml. läßt sich einstellen. Zum Antrieb der Maschine dient ein Regelmotor von 35 PS; die Pumpen für die beiden Ölgetriebe treibt ein Motor von 3 PS. („American Machinist" 14. April 1928 S. 437*) [N 1530 b] Hä.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) Heft 8 S. 243 Abb. 46.

Lokomotive, die drei Kraftquellen ausnutzt

Eine bemerkenswerte elektrische Lokomotive ist kürzlich von der American Locomotive Co. für die New York-Central-Bahn gebaut worden. Sie ist mit einer Sammlerbatterie von 218 Zellen ausgerüstet, die bei normaler Fahrt den Strom für die Motoren hergibt. Die Batterie wird, wenn sie wenig oder gar nicht belastet ist, von einem im Führerhaus aufgestellten Stromerzeuger geladen, den ein unmittelbar gekuppelter Ölmotor antreibt. Bei Überlast wird der Batteriestrom gleichzeitig mit dem vom Stromerzeuger gelieferten zum Antrieb benutzt. Die Batterie wiegt etwa 17 t und soll eine der schwersten bisher überhaupt im Lokomotivdienst verwendeten Stromsammler sein.

Die Lokomotive, die zwei zweiachsige Drehgestelle hat, kann jedoch auch unmittelbar Strom abnehmen, falls dies möglich und wirtschaftlich ist. Hierzu hat sie seitliche Stromabnehmer für die dritte Schiene und Bügel für die Oberleitung. Die Umstellung von der einen Betriebart auf die andre kann selbsttätig vor sich gehen, und der Führer erhält durch das Aufleuchten von Lampen Kenntnis über den jeweiligen Zustand.

Mit dem auf der Lokomotive mitführbaren Brennsto im Gewicht von rd. 900 l Öl kann sie ungefähr 10 h b voller Belastung laufen. Gegenwärtig werden Versuch mit diesem Fahrzeug auf den verschiedenen Bahnhöfen de Zentralbahn westlich von New York angestellt. („Th Literary Digest" 17. März 1928 S. 21) [N 1530 c] Gsl.

Gleisbremsen-Anlage im Verschiebebahnhof Selkirk

Vor etwa zwei Monaten wurde diese neue Anlage al erste der New York-Central-Bahn in Betrieb genomme Nach den bis jetzt vorliegenden Betriebsergebnissen konnt die Leistung um 50 vH gegenüber der früheren Betrieb weise mit Hemmschuhen gesteigert werden. Die mech nische Einrichtung der benutzten Gleisbremsen ist von de bekannten nur wenig verschieden[1]), der Antrieb erfolgt rei elektrisch.

Bemerkenswerter ist der Betrieb der ganzen Anlag Von drei Türmen aus wird der gesamte Verschiebedien geleitet, wobei man sich mittels Lichtsignale verständig und zwar bedeutet gelb geringe, grün normale Geschwindig keit und rot Halt. Die Turmwärter können so auf Grun dieser Signale das Maß der Bremsung wählen. Ferner sin zur Verständigung Lautfernsprecher in den Türmen und a dem Ablaufrücken aufgestellt.

Die Gleisbremsen und die Weichen werden aus zw verschiedenen Stromquellen gespeist, u. zw. aus Dre strom-Gleichstrom-Umformern oder aus einer Sammlerba terie. Bei Störungsfällen im Umformerbetrieb werden di Gleisbremsen selbsttätig auf den Sammler umgeschalte eine Einrichtung, die einen geordneten, ununterbrochene Betrieb, soweit er von der elektrischen Anlage abhäng weitgehend gewährleistet. („Railway Age" 31. März 192 S. 735/737*) [N 1530 d] Ro.

[1]) „Railway Age" Bd. 80 (1926) S. 593 und 4. Februar 1928 S. 29 vergl. a. Sonderheit „Eisenbahnwesen" dieser Zeitschrift, Berlin 19 S. 240.

Durchfahrt London—Edinburgh

Am 1. Mai 1928 soll der „fliegende Schotte", der Schnell zug London—Edinburgh, zum ersten Male diese Strecke ohn Aufenthalt durchfahren. Die Entfernung beträgt rd. 630 km Zu diesem Zwecke hat man in den Tender der für diese Zug bestimmten Lokomotive einen Gang eingebaut, u eine Ablösung der Besatzung während der Fahrt möglic zu machen. Dieser Gang mündet nämlich auf den hinte dem Tender laufenden Gepäckwagen und gestattet so ei Übersteigen der Ablösungsmannschaft auf die Lokomotive Die nicht im Dienst befindliche Mannschaft fährt als Fahr gäste. Etwas nördlich von York findet die Ablösung stat Diese Durchfahrt soll die längste der Welt sein. („Th Engineer" 13. April 1928 S. 393). [N 1530 e] Krs.

Das Biegen von Röhren nach einem neue Verfahren

Nach einem neuen Verfahren, das übrigens eine deutsch Erfindung ist, soll man Röhren mit scharfen Biegungen bi herunter auf den ein- und einhalbfachen Durchmesser u 180 °, 90 ° und 45 ° biegen können, ohne daß sich die Innen

seite des Rohres verbeult oder die Außenseite dünner wird. Der Hauptvorteil des Verfahrens liegt darin, daß die Biegungen normalisiert und gewissermaßen als Massenfabrikation, für bestimmte Durchmesser immer gewisse Biegungshalbmesser, hergestellt werden. Jede Art Metall kann man nach dem Verfahren biegen.

Zur Herstellung der Biegungen dienen im wesentlichen: ein Gasofen, verschiedene Formen von Dornen und eine hydraulische Presse. Der Bär der letzteren läuft über eine in dem feststehenden Kopf des Zylinders befestigte Stahlstange. Über diese Stahlstange wird ein gerades Stück Rohr geschoben, bis es an einen an dem Bär befestigten flachen Ring anstößt. Nunmehr wird auf das untere Ende der Stahlachse ein hornförmiger Dorn, der die Biegungskurve des Rohres bestimmt, mittelst nachstellbarer doppelgewindiger Verbindung aufgesetzt und der Bär der Presse soweit abwärts bewegt, bis das Rohr an die Biegung des Dornes kommt. Der Gasofen oder die Gasbrenner, die das Rohrende erwärmen, werden sodann in Tätigkeit gesetzt. Wird nun mehr Druck auf den Kolben der Presse gegeben, so wird das Rohr je nach dem Grad der Erwärmung über den Dorn gedrückt und danach gebogen.

Es werden aber nur Biegungen, höchstens mit kurzen Ansätzen für Gewinde hergestellt, gerade längere Ansätze werden angeschweißt, jedoch kann man die verwickeltesten Biegungen ausführen, wobei die Innenseite des Rohres immer glatt bleibt und die Außenseite nicht dünner wird („The Iron Age“ 5. April 1928 S. 933) [N 1530 g] Ste.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Gemeinfaßliche Darstellung der gesamten Schweißtechnik. Von P. Bardtke. Berlin 1927, VDI-Verlag. 274 S. m. 250 Abb. Preis 12,50 ℳ; für V. d. I.-Mitglieder 11,25 ℳ.

Der Verfasser betont im Vorwort, daß es Zweck seines Buches sei, Auskunft über alle zur Anwendung kommenden Schweißverfahren zu geben und das jeweils zweckmäßigste von ihnen zu kennzeichnen, ohne aber für das eine oder andre Verfahren besonders einzutreten. Durch seine Stellung und Verbindung mit der schweißtechnischen Versuchsabteilung der Reichsbahn, die unter anderm vornehmlich den obengenannten Zweck hat, scheinen bei dem Verfasser die Voraussetzungen vorhanden zu sein, die für ein sachliches und unparteiisches Urteil über die verschiedenen Verfahren erforderlich sind, und ich glaube, daß der Verfasser seine Aufgabe in dieser Beziehung gewissenhaft erfüllt hat.

Er hat auch in seinem Buche nach jeder Richtung hin für zahlreiche Abbildungen gesorgt, die das Verständnis des Textes erleichtern, und es fällt angenehm auf, daß recht viel Neues zu finden ist, nicht allein Skizzen, Schemata und Schaubilder, die so allmählich Allgemeingut der in dieser Fachrichtung erschienenen Bücher geworden sind.

Wie in fast allen ersten Auflagen sind auch jetzt wieder Unrichtigkeiten unterlaufen, aber nicht in größerem Umfang als in andern Büchern. Im allgemeinen sind sie mehr nebensächlicher Art, so daß sie den Zweck des Buches nicht beeinträchtigen.

[E 1415] Dr.-Ing. W. Strelow

Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfangs. Von K. W. Wagner. Berlin 1927, Julius Springer. 418 S. m. 253 Abb. Preis 25 ℳ.

Das Buch enthält eine Zusammenstellung der von der Heinrich-Hertz-Gesellschaft veranstalteten Vorträge erster Fachleute über die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfanges. Die beim Rundfunkempfang auftretenden, zum Teil sehr schwierigen Fragen werden mit Hilfe zahlreicher Formeln, Schaulinien und Abbildungen theoretisch gründlich beleuchtet und mathematisch zu erfassen versucht unter Berücksichtigung der auf diesem Gebiet bereits vorhandenen praktischen Erfahrungen. Es werden zunächst die Gesetze der Akustik behandelt: die Zusammensetzung der Sprach- und Musikklänge und die Arbeitsweise der elektro-akustischen Apparate (rechnerische Erfassung des Schallfeldes). Der elektrische Teil der Vortragsreihe wird eingeleitet mit den Grundlagen der Empfangstechnik (Trägerstromtelephonie, Schaltungen, Bau der Schaltelemente). Es folgen dann Betrachtungen über Ausstrahlung, Ausbreitung und Empfang der elektrischen Wellen und über den Einfluß der Atmosphäre. In vier weiteren Abschnitten werden die Theorie der Elektronenröhre, ihre Wirkungsweise und ihre verschiedene Verwendung als Audion (Rückkopplung) und Verstärker genau erklärt; im Anschluß daran werden verschiedene Kunstschaltungen behandelt. Der Schluß bringt Gesichtspunkte für den Bau der Geräte (Wirtschaftlichkeit) und eine Zusammenfassung der wichtigsten Grundlagen für den Empfängerbau. Verschiedene Vorträge sind durch ausführliche Angaben von Schrifttum ergänzt. [E 1390] Li.

Die Verwässerung von Erdölfeldern. Von Walter Kauenhowen. Berlin 1928, Julius Springer. 80 S. m. 54 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Einer der ärgsten Feinde der Erdölgewinnung ist das Wasser. Es kann sich sowohl beim Bohren unangenehm bemerkbar machen und zu kostspieligen Absperrmaßnahmen führen, als auch während der Förderung auftreten und die Wirtschaftlichkeit der Gewinnung in Frage stellen. Mitunter ist die Verwässerung ganzen Gebieten zum Verhängnis geworden.

Der Verfasser schildert in seinem Buche zunächst die hydrologischen Verhältnisse in Erdölfeldern, geht dann zu den Ursachen der Verwässerungen und zu deren Bekämpfung über. In einem Anhang gibt er die in verschiedenen Ländern geltenden Verordnungen für Wasserabsperrungen bei Erdölbohrungen wieder. Bei seinen Ausführungen stützt er sich zum Teil auf seine eigenen Beobachtungen, zum Teil verwertet er die in dem ausländischen Fachschrifttum veröffentlichten Anschauungen über diesen Gegenstand, die er fleißig gesammelt und sorgsam gesichtet hat. Das Buch zeichnet sich durch klare Ausdrucksweise aus, und das Verständnis des Textes wird durch geschickt gewählte Abbildungen unterstützt. Das Buch kann jedem Erdölfachmann empfohlen werden. [E 1392] Steiner

Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden? Von Rudolf Bethke. Nürnberg 1927, E. Nister. 294 S. Preis 10 M.

Das Erscheinen dieses wertvollen Buches ist warm zu begrüßen, da es viel Wissenswertes über den neuzeitlichen Feuerschutz knapp und klar zusammengefaßt bringt. Für die Besitzer und Leiter technischer Betriebe — besonders mittlerer und größerer — ist es ein unentbehrlicher Ratgeber in vielen, ungemein wichtigen Fragen, denen man in der Hoffnung auf die Feuerversicherung und sonstige Vorsichtsmaßregeln oft nicht die erforderliche Bedeutung beimißt. Wenn man bedenkt, daß das deutsche Volksvermögen alljährlich durch Feuerschaden, außer vielen unersetzlichen Menschenleben, nachweisbare Sachwerte von rd. 300 Mill. ℳ unwiederbringlich verliert, so muß dieses Buch als ein eindringlich redender Mahner zur Schärfung des Verantwortungsgefühls der davon betroffenen Wirtschaftskreise anerkannt werden.

In einem Vorwort, sechs Abschnitten, einem Quellennachweis, einem Sach- und einem Bezugsquellenverzeichnis werdern alle einschlägigen Fragen der Brandvorbeugung und der Feuerbekämpfung einschließlich der technischen und organisatorischen Maßnahmen, des Feuerwehr- und des Feuerversicherungswesens gründlich und leicht verständlich behandelt. Dabei sind die Abschnitte über den Feuerschutz bei Anlagen, die mit verdichteten Gasen und feuergefährlichen Flüssigkeiten arbeiten, besonders zeitgemäß abgefaßt.

Bei einer Neuauflage sollte man wenigstens die wichtigsten technischen Einzelheiten durch eine Auswahl guter Abbildungen und Zeichnungen ergänzen und den maschinentechnischen Teil gegenüber dem bautechnischen und organisatorischen Teil etwas mehr ausgestalten. Der Abschnitt über die Kraftanlagen und deren Zusammenhang mit dem Thema des Buches ist wohl etwas zu kurz gekommen; z. B. scheint die Bedeutung der Dampfkraftanlagen und deren Einfluß auf die Feuersicherheit der Fabrikbetriebe recht knapp behandelt zu sein; auch vermißt man den Hinweis auf die vollkommene Ungefährlichkeit der Treiböle von Dieselmotoren bei ortfesten und bei ortbeweglichen (Kraftwagen) Betrieben einerseits und auf die ihnen bei sträflicher Verwendung von Sauerstoff und andern verdichteten Gasen statt Luft beim Anlassen drohenden Gefahren anderseits.

[E 1396] M. Gercke

Aus Georg Simon Ohms handschriftlichem Nachlaß. Von Ludwig Hartmann. München 1927, Bayerland-Verlag. 255 S. m. 7 Abb. Preis 5,40 ℳ.

Dies Buch, aus Anlaß des 100sten Jahrestages der Veröffentlichung des Ohmschen Gesetzes (1827) mit Unter-

stützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft herausgegeben, enthält eine Auswahl von zum Teil noch unveröffentlichten Briefen Georg Simon Ohms an Freunde und eine Anzahl der bekanntesten Physiker jener Zeit, sowie Berichte und Eingaben an Behörden und wissenschaftliche Körperschaften, die einen ausgezeichneten Einblick in das wissenschaftliche Werden und Wirken dieses bahnbrechenden deutschen Physikers vermitteln. Da der Verfasser sich auf wenige ergänzende und verbindende Bemerkungen beschränkt hat, erfährt man größtenteils mit Ohms eigenen Worten den Kampf, den er jahrelang um die Anerkennung seiner Leistungen durch die Fachgenossen zu führen hatte, sein Ringen um die Möglichkeit zu weiterer Arbeit im Dienste der Forschung und Jugenderziehung, ja oft den Kampf ums nackte Leben. Alles in allem ein Buch voll erschütternder Tragik des verkannten Gelehrten, aber auch ein Bild eines aufrechten Mannes, der der Wissenschaft vieles gegeben hat und ihr sicher noch mehr hätte geben können, wenn man ihn früher verstanden hätte.
[E 1394] Schn.

Wissenschaftliche Vorträge, gehalten auf der Hochschultagung 1925 der Technischen Hochschule München. München 1926, Selbstverlag des Bundes der Freunde der Technischen Hochschule, München. 59 S. m. versch. Abb.

Der Bund der Freunde der Technischen Hochschule München veranstaltet jährlich eine Hochschultagung, bei der Vorträge aus verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten gehalten werden. Das vorliegende Heft enthält fünf 1925 gehaltene Vorträge, die vorwiegend Fragen der Landwirtschaft gewidmet und von ersten Vertretern der technischen Wissenschaft, u. a. Prof. Kühne, München, und Geh.-Rat Lippart, München, gehalten worden sind. Es ist zu begrüßen, wenn diese Vorträge durch die Drucklegung auch weiteren Kreisen zugänglich gemacht werden.
[E 1426] Sd.

Lebenslinien, Eine Selbstbiographie. Von Wilhelm Ostwald. 3. Teil. Berlin 1927, Klasing & Co. 281 S. m. 1 Abb. Preis 10,50 ℳ.

Der vorliegende 3. Teil der „Lebenslinien" behandelt „Groß-Bothen und die Welt, 1905 bis 1927". Von großem Reiz ist es, von Ostwald, dem überragenden Menschen und Wissenschaftler, selbst etwas über die Entstehung seiner Lehren, seiner Stellung zu den Fragen der Wissenschaft und den allgemeinen Aufgaben der Menschheit zu erfahren. Besonders bemerkenswert sind die Äußerungen über die Entstehung der Farbenlehre und der Energetik. Ostwalds Schilderungen bekannter Zeitgenossen aus dem naturwissenschaftlichen Lager machen das Werk zu einer Geschichtsquelle ersten Ranges. [E 1419] Gsl.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 300. H.: **Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen.** Vorträge auf der 2. Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung im V. d. I. Berlin 1928, VDI-Verlag. 71 S. m. 108 Abb. Preis 9 ℳ.

Drang und Zwang. Von Aug. Föppl und Ludwig Föppl. 2. Aufl. 2. Bd. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 382 S. m. 79 Abb. Preis 17,50 ℳ.

Vorlesungen über Elektrizität. Von A. Eichenwald. Berlin 1928, Julius Springer. 664 S. m. 640 Abb. Preis 37,50 ℳ.

Lehrbuch der Elektrodynamik. Von J. Frenkel. 2. Bd. Berlin 1928, Julius Springer. 505 S. m. 50 Abb. Preis 46,20 ℳ.

Dighe. Von Ettore Scimemi. Milano 1928, Ulrico Hoepli. 512 S. m. 442 Abb. Preis 60 Lire.

Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, Sonderheft: **Kathodenoszillograph.** Berlin 1928, Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke. 77 S. m. 106 Abb. Preis 12 ℳ.

Oszillographieren von Wanderwellen mit dem Kathodenoszillographen — Fortschritte im Oszillographieren von Wanderwellen — Untersuchungen an Überspannungsschutzapparaten mit dem Kathodenoszillographen — Literaturzusammenstellung.

Erdströme. Von Franz Ollendorff. Berlin 1928, Julius Springer. 260 S. m. 164 Abb. Preis 20 ℳ.

Sammlung Göschen, 196. Bd.: **Elektrotechnik.** Von J. Herrmann. 1. T.: Die physikalischen Grundlagen. 5. Aufl. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 125 S. m. 88 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Monographien über angewandte Elektrochemie, 47. Bd.: **Zinkelektrolyse und naßmetallurgische Zinkverfahren.** Von Oliver C. Ralston. Übersetzt von Gg. Eger. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 282 S. m. 96 Abb. Preis 23 ℳ.

Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch. Herausgeg. vom Akademischen Verein Hütte, E. V., Berlin. 25. Aufl. 3. Bd. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 1203 S. m. Abb. Preis geb. 15,60 ℳ, in Leder geb. 18,60 ℳ.

Sechs Rechentafeln für Maschinenelemente (Hebezeuge). 2. Aufl. Bearb. von P. Leybold. Geislingen-Stg. (Württ.) 1928, NBW-Verlag. Preis 7,50 ℳ.

Betriebstaschenbuch: **Mechanik.** Bearb. von G. Haberland. 2. Aufl. Leipzig 1928, Max Jänecke. 214 S. m. 225 Abb. Preis 3,60 ℳ.

Werkstattbücher, 7. H.: **Härten und Vergüten.** Von Eugen Simon. 1. T.: Stahl und sein Verhalten. 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 64 S. m. 63 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Rostfreie Stähle. Von J. H. G. Monypenny. Übersetzt von Rudolf Schäfer. Berlin 1928, Julius Springer. 342 S. m. 122 Abb. Preis 27 ℳ.

Kolben für Kraftfahrzeugmotoren: Grauguß, Aluminium, Elektron. Von Ernst Mahle. Dresden 1928, Verlag Deutsche Motor-Zeitschrift. 29 S. m. 86 Abb. Preis 1,70 ℳ.

Holzchemie. Von Erik Hägglund. Leipzig 1928, Akademische Verlagsgesellschaft. 275 S. m. 33 Abb. Preis 20 ℳ.

Monographien des Buchgewerbes, 12. Bd.: **Die Papierprüfung.** Von Bruno Possanner v. Ehrenthal. Leipzig 1927, Verlag des Deutschen Buchgewerbevereins. 56 S. m. 25 Abb. Preis 1,50 ℳ.

Technische Selbstunterrichts-Briefe: **Die mechanische Weberei.** Von W. Becker. Potsdam und Leipzig 1927, Bonness & Hachfeld. 11 Liefgn. zus. 286 S. m. 242 Abb. Preis 9,90 ℳ.

Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb. Herausgeg. von Wilh. Wechmann und Otto Michel. Januar 1928. 1. H. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 32 S. m. Abb. Preis jährl. 16 ℳ. Einzelne Hefte 1,50 ℳ.

Die Kulturleistungen der Menschheit. 1. Bd.: Die Völker des Altertums. Von Hermann Schneider. Leipzig 1927, J. J. Weber. 672 S. Preis 30 ℳ.

Langenscheidts Handbücher für Auslandkunde: **Land und Leute in Spanien.** Neubearb. von Gertrud Richert. Berlin-Schöneberg 1928, Langenscheidtsche Verlagsbuchhandlung. 469 S. Preis 5 ℳ.

Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine e. V.: **Internationale Technisch-Wissenschaftliche Veranstaltungen n. d. Stande vom 1. Februar 1928.** Berlin 1928, Selbstverlag. 11 S. Preis 1 ℳ.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag. G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 5. MAI 1928 Nr. 18

Verladeanlage auf Gräfin Johanna-Schacht in Bobrek O.-S.

Von Dr.-Ing. W. Franke, Dresden

Neuartige fördertechnische Lösung der Bestandsturz- und Rückverladung mittels Kabelkranes und stetiger Förderer mit ungewöhnlichen Leistungen: Bestandsturz der Kohlen durch den Kübel (16 m³) des Kabelkranes, Rückverladung durch Greifer (10 m³); stündliche Leistung der Anlagen bis 250 t Kohlen. — Bauliche Einzelheiten des Kabelkranes und Zubringewagens. — Abnahmeversuche.

Im Sommer 1927 ist von der Grubenverwaltung der Gräfin Johanna-Schachtanlage (Gräflich Schaffgottsche Werke) in Bobrek bei Beuthen, O.-S., eine neuartige und umfangreiche Bestandsturz- und Rückverladeanlage in Betrieb genommen worden, die hinsichtlich des Zusammenarbeitens und der Abmessungen der einzelnen Fördermittel (Kabelkran und stetige Förderer) bemerkenswert ist. In erster Linie gilt dies für den großen, weithin sichtbaren Kabelkran, s. Titelbild, der in bezug auf die Tragkraft und die Leistungsfähigkeit wohl der größte ist, der je gebaut wurde, selbst wenn man die amerikanischen Ausführungen hinzurechnet. Dieses Beispiel beweist wiederum, wie weit die Entwicklung und Vervollkommnung dieser Krangattung in den letzten Jahren fortgeschritten ist.

Die aus dem Schacht geförderten Rohkohlen werden zunächst der Aufbereitanlage zugeführt, wo sie von den Bergen durch Ausklauben und Waschen gereinigt und durch Brech- und Siebanlagen zerkleinert und nach Größen geordnet werden. Dann werden sie entweder im Eisenbahnwagen versandt oder aber bis zur weiteren Verwendung auf Lagerplätze abgestürzt, die mit Rücksicht auf die aufzunehmende erhebliche Fördermenge entsprechend große Ausdehnung haben. Diese Bestandsturzplätze dienen gleichsam als regelnde Pufferstellen zwischen der Förderung und dem Verbrauch. Auch bei irgendwelchen Einflüssen, die die Abfuhr verhindern, muß dieser Platz in der Lage sein, sehr beträchtliche Kohlenmengen aufzunehmen. Als solche kommen namentlich in Frage: überschüssige Förderung an Sonn- und Feiertagen sowie in Nachtschichten, ungenügende Gestellung von Eisenbahnwagen, nachlassende Bedarfsanforderungen und Konjunkturschwankungen. Gleichzeitig soll der Kohlenbestand auch als Aushilfe bei Streiks, Unruhen, Störungen in der Förderung usw. dienen.

Bei der Gestalt des durch Gleisanlagen eingeengten Kohlenstapelplatzes, Abb. 1, kam von vornherein nur der schwenkbare Kabelkran als fördertechnisch zweckmäßigste Lösung in Frage, während zur Heranführung des Kohlenbestandes bis an den Kabelkran und zur Rückverladung stetige Förderer gewählt wurden. Der Kabelkran ist von Adolf Bleichert & Co., A.-G., Leipzig, geliefert; die stetigen Förderer stammen von J. Pohlig, A.-G., Köln-Zollstock.

Bauliche Einzelheiten und Leistung des Kabelkranes

Die Spannweite beträgt 270,2 m, zwischen den Aufhängepunkten der Tragkabel gemessen, die Tragkraft der Laufkatze etwa 20 t. Die Höhe des feststehenden Maschinenturmes und die des auf zwei kreisförmig gebogenen Schienen laufenden Pendelturmes gehen aus Abb. 2 bis 4 hervor. Damit die außergewöhnlich große rollende Last mit genügender Sicherheit durch Seile aufgenommen werden konnte, war es erforderlich, Tragkabel der vollverschlossenen Machart von je 63 mm Dmr. vorzusehen, die in einem Abstand von 400 mm nebeneinander zwischen den beiden Türmen aufgehängt sind. Jedes dieser Seile hat eine Bruchfestigkeit von etwa 320 t.

Beim Entwurf der Anordnung des Kranes konnte als fahrbarer G e g e n t u r m nur die Bauart als Pendelturm in Frage kommen, Abb. 5, und zwar wegen des günstigeren flachen Verlaufes der Last-Weg-Kurve, Abb. 6. Bei der Wahl eines Gegenturmes mit fester Tragkabelauf-

Abb. 1
Gesamt-Lageplan der Förderanlagen Gräfin Johanna-Schacht, rd. 1 : 3000.

a_1 Kabelkran I
a_2 „ II bei Erweiterung des Bestandplatzes
b Bestandplatz
c Bunker
d Zubringerwagen
e Pendelbecherwerk } in der Förderbrücke über den Gleisen
f Plattenband (umkehrbar) } in der Förderbrücke über den Gleisen
g Schrägband vom Nachtbunker zur Förderbrücke
h Becherwerk zum Nachtbunker
i Nachtbunker
k_1, k_2 Schiebebühnen
l_1 Aufbereitung I u. II l_2 Aufbereitung III
m Stahlförderband unter den Endbunkern
n Elektrohängebahn (Ringbahn)
o Erdbunker
p alter Lagerplatz (unter der Elektrohängebahn)

hängung würden sich wesentlich größere, fast doppelt so große Seildurchhänge in der Nähe des Maschinenturmes ergeben haben, so daß der vorhandene Überladebunker eine geringere Bauhöhe hätte erhalten müssen. Eine ähnliche Betrachtung gilt für den Anfahrwinkel der Laufkatze auf den Tragseilen, der bei Verwendung eines Pendelturmes kleiner ausfällt und außer einer Verminderung der Biegebeanspruchung der Seile einen erheblich geringeren Kraftbedarf für den Fahrmotor nach sich zieht. Der Durchhang der beiden Tragseile beträgt in der Mitte der Spannweite bei Vollast etwa 10 m.

Der geräumige Führerstand ist auf einem Vorsprung des in Eisenbeton hergestellten Überladebunkers untergebracht, s. Titelbild und Abb. 2, so daß der Kranführer einen umfassenden Überblick über den ganzen Stapelplatz erhält und das Anhängen der Förderkübel und die Bedienung des Zubringerwagens, Abb. 2 bis 4, am Fuße des Bunkers aus unmittelbarer Nähe von oben herab im Auge behalten kann. Zu diesem Zwecke sind außer großen Seitenfenstern noch auf dem Fußboden vor den Steuerapparaten einige Glasscheiben eingesetzt, die den Ausblick senkrecht nach unten ermöglichen. Auch das Entleeren des Greifers über dem Bunker kann der Führer auf die kurze Entfernung sehr genau beobachten, da er stets seitlich, also nicht in der Ebene des Tragkabels steht und damit ein günstigeres perspektivisches Gesichtsfeld erhält und sich in den Entfernungen nicht täuschen kann. Überdies ist zur weiteren Unterstützung des Führers noch eine doppelte Anzeigevorrichtung (für Hub- und Fahrbewegung der Last) über den Steuergeräten angebracht, die ihm die jeweilige Stellung der Last anzeigt und ihm bei nebligem Wetter wertvolle Dienste leistet. Um den Kranführer in jeder Beziehung von körperlicher Anstrengung, die mit dem Ein- und Ausrücken von Handhebeln usw. verbunden ist, zu entlasten, hat man

Maßstab: rd. 1:1000

Abb. 2 bis 4. Kabelkrananlage.

a Zugstrebe des Pendelturmes
b Tragkabellenker mit Spannvorrichtung
c Aufhängung der Tragseile für die Stromleitung
d Betongegengewicht (rd. 150 t)
e Spanngewicht für die Stromtragseile
f unteres Fahrseil
g Entleerungsseil
h Hubseile
i oberes Fahrseil
k Tragseile für die Stromüberleitung
l Klappreiter
m Tragkabel
n Laufkatze mit Greifer
o Druckstrebe des Maschinenturmes
p Drehsattel mit Rollenverlagerung
q Querträger für die Stromtragseile
r Bunkerverschlüsse
s Klappkübel
t Greiferwinde
u Katzfahrwinde
v Kanal für Hubseile und Entleerungsseil
w Hubseile und Entleerungsseil
x Lagerung der Umführungsrollen
y Sprossenleiter
z Übergang zum Führerhaus
a_1 Führerhaus
b_1 Zubringerwagen
c_1 Laufbahn des Pendelturmes
d_1 Bunkerzellen

Abb. 5
Fahrbarer Gegenturm (Pendelgewicht rd. 150 t).

Abb. 7
Maschinenturm mit Bunker. Rechts die Laufkatze mit Klappkübel.

durch elektrische Steuerung die Möglichkeit geschaffen, daß dieser sein volles Augenmerk auf den Fördervorgang allein richten kann. Anderseits wäre es kaum möglich gewesen, die hohen bei Bedienung der Kupplungen und Bremsen auftretenden Kräfte durch Handhebel zu bewältigen.

Die Druckluftsteuerung, die vereinzelt im Kranbau angewandt wird, wurde im vorliegenden Falle nicht gewählt. Für die Antriebanordnung wurde die Zweimotorenwinde bevorzugt, die eine vollständige Unabhängigkeit der Hubbewegung von der Fahrbewegung bedeutet und ein gleichzeitiges Fördern der Last, d. h. Heben und Fahren in beiden Richtungen ermöglicht. Diese Anordnung ist bisher im Greifer-Kabelkranbau kaum ausgeführt worden und stellt somit ein weiteres Glied in der fortschreitenden Entwicklung dieser Krangattung dar. Auch die Förderleistung wird durch diese Maßnahme günstig beeinflußt, so daß bei mittleren Förderwegen und ununterbrochenem Betriebe 24 Spiele mit dem Greifer und 19 Spiele mit dem Kübel ausgeführt werden können.

Die niedrigere Förderspielzahl bei Verwendung des Kübels erklärt sich durch die unvermeidlichen Wartezeiten, die das Umhängen der Kübel auf dem Zubringerwagen verursacht. Nach Maßgabe dieser Zahlen betragen die stündlichen Förderleistungen bei Kübelbetrieb (Inhalt des Kübels 16 m³) etwa 250 t, bei Greiferbetrieb (Fassungsvermögen des Greifers etwa 10 m³) etwa 192 t Kohle.

Zur Ergänzung sei bemerkt, daß für den Absturz des Kohlenbestandes die Kübelförderung durch den Kabelkran ausgeführt wird, während bei der Rückverladung vom Stapelplatz nach dem Bunker der Greifer benutzt

Abb. 6
Tragkabeldurchhänge von Kabelkranen (Last-Weg-Kurven).
a für Kabelkrane mit festen Aufhängepunkten
b " " " Pendelturm

wird. Die Hubgeschwindigkeit beträgt über 40 m/min, die Fahrgeschwindigkeit der Laufkatze etwa 280 m/min.

In dem geräumigen Kranführerhaus sind außer den Hub- und Fahrschaltern noch zwei weitere Hebelschalter zum Betätigen der Motorbremslüfter für Haltebremse und Haltekupplung untergebracht, die beim Entleeren und beim Schließen des Greifers betätigt werden. Ferner ist etwas seitab ein weiterer kleiner Schalter aufgestellt, der es durch Vermittlung einer Stromüberleitung zwischen den Türmen gestattet, den Pendelturm auf seiner Kreisfahrbahn zu bewegen. Entsprechend dem sektorförmigen Aufschütten des Kohlenstapels kommt die Fahrbewegung des Pendelturmes, der mit zwei Motoren von je 15 PS ausgestattet ist, nur verhältnismäßig selten und innerhalb größerer Zeitabschnitte vor, so daß die Turmfahrgeschwindigkeit von etwa 8 bis 10 m/min vollkommen ausreichend ist.

Im Führerhaus ist überdies noch ein geräumiger verschließbarer Schaltschrank aufgestellt, der mit zahlreichen elektrischen Apparaten, Hebelschaltern usw. ausgestattet ist. Die vollständige elektrische Ausrüstung der Anlage wurde von der Firma Bergmann-Elektrizitätswerke A.-G. geliefert.

Der dicht am Überladebunker stehende Maschinenturm, Abb. 7, ist in besonders kräftiger Eisenkonstruktion durchgebildet und besteht in der Hauptsache aus zwei vorderen Druckstützen und zwei hinten liegenden Zugstreben, die in reichlich bemessenen Fundamentklötzen sicher gelagert sind, Abb. 2 bis 4. Die Druckstützen sind durch starke Querverbände mit einander versteift, um für alle Stellungen des Kranes die seitlichen Kräfte mit genügender Sicherheit übertragen zu können. Besondere Erwähnung verdient es, daß der Maschinenturm in allen Teilen bereits für eine spätere Erweiterung durch eine zweite Kabelkrananlage entworfen ist, bei der der Maschinenturm gemeinsam für beide Krane bleibt und der zweite Pendelturm sich mit dem bereits vorhandenen in die Kreisfahrbahn und den Lagerplatzsektor teilt.

Im oberen Teile des Maschinenturmes ist der Königszapfen nebst Drehsattel angeordnet, um den die Krananlage geschwenkt werden kann. Von der oberen Bedienungsplattform können die zahlreichen Seilumführungsrollen und die Tragkabelaufhängung nachgesehen werden und im höchsten Punkt des Turmes ist der Querträger

Abb. 8 bis 10
Laufkatze für 20 000 kg Tragkraft.

a Öffnungsvorrichtung für den Klappreiter
b, b_1 Flacheisen zur Begrenzung des Schließhubes

für die Stromüberleitungen und Seilaufhängungen angeordnet. Das am Fuße des Maschinenturmes stehende Windenhaus ist ebenfalls zur späteren Aufnahme einer zweiten Kabelkranwinde eingerichtet und enthält die Hub- und die Fahrwinde, die von einander getrennt in kräftigen Rahmen auf Betonfundamenten gelagert sind. Die Hubtrommel steht mit der Entleerungstrommel durch mechanische Zwischenglieder in zwangläufiger Verbindung, die zugehörigen Kupplungen und Bremsen werden vom Führerstand aus auf elektrischem Wege durch Betätigung von Magneten ein- und ausgerückt.

Die Hubwinde wird durch einen etwa 250 PS leistenden Drehstrommotor mit 725 Uml./min bei 40 vH Einschaltdauer angetrieben. Für die Begrenzung der Hubbewegung des Greifers oder des Kübels ist ein Endausschalter eingebaut. Die mit einfachem Vorgelege und langer Fahrtrommel ausgestattete Fahrwinde wird von einem etwa 230 PS leistenden Motor angetrieben.

Während die beiden Fahrseile mit je 18 mm Dmr. von der Winde fast senkrecht nach dem Kopfe des Maschinenturmes laufen, werden Hub- und Halteseil von je 23 mm Dmr. zunächst durch einen Kanal nach der hinten liegenden Zugstrebe geleitet und dann ebenfalls nach den oberen Umführrollen am Kopf des Maschinenturms umgelenkt.

Sämtliche Seile laufen vom Maschinenturm nach dem Pendelturm und von dort wieder zu den Antriebtrommeln zurück, mit Ausnahme des Entleerungsseiles, das am Pendelturm befestigt ist. Außerdem wird das Fahrseil zum Spannungsausgleich noch über eine Seilrolle geleitet, die durch ein Gewicht unter gleichbleibender Spannung gehalten wird.

Der Pendelturm, dessen Belastungsgewicht etwa 150 t beträgt, stützt sich mit seinen beiden Stützenfüßen gegen die doppelte, kreisförmige Turmlaufbahn ab. Zur Druckübertragung vom Stützenfuß auf die Laufbahn dienen sechs kräftige Stahlguß-Laufräder, die in besonders ausgebildeten Fahrgestellen so gelagert sind, daß ihre Raddrücke einander gleichen. Jeder Turmfuß enthält einen etwa 15 PS leistenden Antriebmotor zur gemeinsamen Einleitung der Fahrbewegung des Pendelturmes. Um ein unbeabsichtigtes Verfahren des Turmes bei starkem Winde zu verhüten, sind an den Fahrgestellen sicher wirkende Schienenklammern angebracht, die die Schienenköpfe umfassen können.

Zur Überführung der blanken Kupferleitungen vom Maschinenturm nach dem Pendelturm dienen zwei besondere Stromtragseile von je 17 mm Dmr., die zu beiden Seiten der Tragkabel in einem Abstand von je etwa 2¼ m ausgespannt sind und wenigstens 4 m über diesen liegen. Diese Seile tragen in Abständen von etwa 12 m kreisförmige Tragringe, in denen die Kupferleitungen auf Isolatoren befestigt sind. Selbst bei ungewöhnlich starkem Winde können diese stromführenden Kabel mit dem Tragkabel oder den übrigen Seilen nicht in Berührung kommen, so daß Kurzschluß wirksam verhütet wird.

Gleichzeitig sind diese Stromtragseile durch insgesamt sechs Verbindungsquerstützen untereinander verbunden, in denen kleine Führungsrollen für die über dem Tragkabel zurücklaufenden Seile sitzen. Weiter sind an diesen Querstützen elektrische Lampen von je 750 W zur Beleuchtung des Lagerplatzes für die Nachtschicht aufgehängt.

Sehr beachtenswert ist die

Laufkatze

mit der neuartigen Klappreiteranordnung, Abb. 8 bis 10. Die Laufkatze selbst läuft auf insgesamt 16 Laufrädern, und zwar sind auf jedem Tragseil acht angeordnet, die paarweise in Ausgleichrahmen gelagert sind und daher die Seilbelastung gleichmäßig übertragen, und zwar für jede Lage der Laufkatze, d. h. auch bei Fahrt auf ansteigender Seilkurve. Eine zweckmäßige und verhältnismäßig leichte Bauart der Laufkatze (Gewicht etwa 3200 kg) wird durch den geringen Abstand der beiden Tragseile voneinander (400 mm) erreicht, das untere Fahrseil ist zu beiden Seiten der Katze in der Mitte zwischen den Tragseilen am Katzrahmen befestigt, so daß ein exzentrischer Kraftangriff ausgeschaltet wird. Hub- und Halteseile werden über große Seilumführungsrollen von 800 mm Dmr. durch die Laufkatze nach dem Greifer oder Kübel hindurchgeleitet. Zu beiden Seiten der Katze ist je eine Bedienungsbühne angebracht, von dem aus die Tragseile während der Fahrt nachgesehen werden können.

Bei jedem Kabelkran größerer Spannweite müssen die in Bewegung befindlichen Arbeitseile zwischen beiden Türmen und der Laufkatze in bestimmten Abständen unterstützt werden, um ein zu starkes Durchhängen dieser Seile zu vermeiden und ein Absenken des leeren Hakens oder Greifers zu ermöglichen. Eine der schwierigsten Aufgaben des Kabelkranbaues ist es von jeher gewesen, eine sicher arbeitende Seilunterstützung (auch „Reiter“ oder „Seilträger“ genannt) für Hub- und Halteseil zu finden, die auch bei hoher Katzfahrgeschwindigkeit zuverlässig arbeitet. Die Reiter sind außerdem in der Regel schwer zugänglich, so daß Ausbesserungen an ihnen mit sehr empfindlichen Betriebstörungen verbunden sein würden. Daher muß ihre Bauart besonders widerstandfähig sein, damit sie die beim Absetzen oder Einsammeln auftretenden Stöße auf die Dauer aushalten können.

Die im vorliegenden Fall angewandten

Klappreiter,

Bauart der Firma Bleichert[1]), haben sich bei hohen Katzfahrgeschwindigkeiten bewährt. Sie werden am Tragseil drehbar aufgehängt, Abb. 11, und die Schellen umfassen nicht ganz den vollen Umfang des Seiles, damit die Laufräder der Katze ohne Stoß über diese Stellen fahren können. Auf diese Weise werden Hub- und Halteseile sowie der untere Strang des Fahrseiles in Entfernungen von je etwa 50 m unterstützt. Während der Fahrt läßt die Laufkatze den Reiter mit reichlichem Spiel durch ihr freies Profil in der Mitte hindurchtreten, indem unter Vermittlung von zwei an der Katze angebrachten Druckschienen, der Öffnungsvorrichtung, die beweglichen, federnden Bügel, Abb. 12 bis 14, des Seilträgers scherenartig auseinanderklappen. Die Hub- und Halteseile legen sich nun unmittelbar auf die Umführungsrollen in der Katze auf; nach Beendigung der Durchfahrt schließen sich die Klappreiter wieder, und die Seile legen sich

[1]) DRP Nr. 424507

Abb. 11
Aufhängung des Klappreiters am Tragkabel.

Abb. 12 bis 14
Klappreiter Bauart Bleichert.

a_1, a_2 Tragkabel b unteres Fahrseil c_1, c_2 Hubseile d Halteseil e_1, e_2 Druckrollen

Abb. 15
Klappkübel auf dem Zubringerwagen unter den unteren Bunkerverschlüssen.

von neuem auf die im unteren Teile des Reiters angeordneten Tragrollen auf. An jedem Reiter sind seitliche Druckrollen befestigt, die sich gegen die Schienen der Laufkatze anpressen.

Bei den ersten Probefahrten des Kranes kam es wiederholt vor, daß einige Reiter sich unbeabsichtigt öffneten und die Seile infolgedessen wegen Fehlens der Unterstützungen mit großen Durchhängen das Profil des Lagerplatzes beeinträchtigten. Um diesen Übelstand zu vermeiden, hat man eine Selbstsperrung in die Reiter eingebaut, die eine sichere Öffnungs- und Schließbewegung der Reiterhälften bewirkte und ein genaues Arbeiten der Klappreiter während der Fahrt der Katze gewährleistete. Das bisher übliche Knotenseil, das bei den normalen Kabelkranen fast ohne Ausnahme vorzufinden ist, wird durch diese neue Klappreiteranordnung überflüssig gemacht.

Greifer und Klappkübel

Bei dem ungewöhnlich großen Fassungsvermögen des Greifers von 10 m³ war eine entsprechend kräftige Sonderbauart erforderlich, und in der Mitte der Schalen wurden zur Erhöhung der Widerstandfähigkeit durch Profileisen versteifte Rippen eingesetzt, die die gesamte Schalenbreite von etwa 3 m in zwei gleiche Teile teilen. Das Eigengewicht des Greifers beträgt etwa 9,5 t. Damit bei sehr kleinstückigem Fördergut oder Feinkohle eine Überfüllung und hierdurch eine Überlastung der Anlage vermieden wird, hat man starke Begrenzungsflacheisen, Abb. 8 bis 10, auf die Seitenwangen aufgesetzt, die den Schließhub und damit den Füllungsgrad des Greifers vermindern.

Innerhalb kurzer Zeit kann der Greifer gegen einen Klappkübel ausgetauscht werden, der auf dem Zubringerwagen stehend, aus den unteren Bunkerverschlüssen, Abb. 2 bis 4, gespeist wird, Abb. 15. Beim Austausch des Greifers wird von jedem Hubseil das im Greifer befindliche, etwa 3 m lange Seilstück zusammengerollt und an dem Hubquerbalken des Kübels befestigt, Abb. 16 und 17. Da man die Tragkraft der Laufkatze voll ausnutzen wollte, wählte man wegen des geringeren Kübelgewichtes gegenüber dem Greifer das Fassungsvermögen des Kübels zu 16 m³; das Eigengewicht des Kübels beträgt etwa 4800 kg.

Der Zubringerwagen, auf dem die Kübel gefüllt werden, steht am Fuß des Bunkers, seine Fahrbahn längs der vorderen Bunkerwand ist etwa 27 m lang und hat 4,8 m Spurweite, Abb. 2 und 3. Damit der leere gegen den gefüllten Kübel auf der Plattform möglichst rasch ausgetauscht werden kann, hat man die Plattform nach Art einer Drehscheibe ausgebildet, und die einzelnen Bewegungen des Zubringerwagens werden elektrisch eingeleitet. Eine spitzbogenförmige, kräftige Abweisführung in der Mitte der Bühne sorgt dafür, daß der leere Kübel beim Absenken auf die richtige Stelle des Zubringerwagens kommt. Fahr- und Drehmoment des Zubringerwagens werden von einem gemeinsamen Führerstande durch zwei mit Schutzkasten versehene Fahrschalter betätigt. Der hier aufgestellte Bedienungsmann hat alle Vorgänge auf

Abb. 16 und 17. Klappkübel, Inhalt 16 m³ Kohle.

dem Zubringerwagen zu beobachten, namentlich auch das Anfüllen der Kübel. Die Plattform selbst ist mit starken Bohlen abgedeckt, und überhaupt ist die Bauart des Wagens, entsprechend der Last der schweren Kübel, die bis zu etwa 18 t beträgt, ziemlich kräftig gehalten. Der Strom wird dem Zubringer durch einen unter der Plattform hervorlangenden Arm zugeführt, der mit Rollenstromabnehmern versehen ist. Durch eine an der Bunkeroberkante aufgehängte 750 Watt-Lampe ist für ausreichende Beleuchtung des Zubringerwagens bei Nachtschicht Sorge getragen.

Abnahmeversuche

Zur Untersuchung der Kabelkrananlage bei laufendem Betrieb wurden von der Elektrotechnischen Abteilung des Oberschlesischen Überwachungsvereines Schreibmeßgeräte zum Messen von Strom, Spannung, Wirkleistung und Blindleistung eingebaut. Sämtliche Geräte wurden gemeinsam mit einem besonderen Motor angetrieben. Der Papiervorschub betrug rd. 1 mm/s. Durch Vorversuche wurde die Arbeitsleistung der beiden Motoren für Hub- und Fahrbewegung getrennt aufgenommen. Beim Hauptversuch von etwa 1¼ h Dauer waren die Meßgeräte in die Zuleitungen zu beiden Motoren eingeschaltet, so daß aus den Aufzeichnungen der gleichzeitige Stromverbrauch beider Motoren zu ersehen war. Gefördert wurde mit dem Kübel von 16 m³; ein Förderspiel, dessen Gesamtzeit zu 190 s gewährleistet war, setzt sich aus zwei Abschnitten zusammen:

1. der Förderzeit zum Heben des Kübels, Fahren bis zur Entladestelle, Entleeren, Rückfahrt, Senken auf die Schwenkbühne; gewährleistete Höchstzeit 125 s;
2. der Wartezeit zum Einrichten und Umtauschen des leeren gegen den vollen Kübel, einschließlich An- und Abhängen der Ketten, wofür eine Höchstzeit von 65 s angenommen war.

An den Registrierstreifen, Abb. 18 bis 20, zeigte sich, daß im Mittel die gewährleisteten Förderzeiten eingehalten wurden. Das Umtauschen der Kübel erforderte zunächst mehr Zeit als angenommen wurde, jedoch ist die Schnelligkeit des Umsetzens hauptsächlich eine Frage der Geschicklichkeit und Einarbeitung der Bedienungsleute. Bei weiterem Betrieb des Kranes steht zu erwarten, daß das Umsetzen sich erheblich schneller abspielt, so daß mit einer ziemlich beträchtlichen Überschreitung der vereinbarten Förderspielzahlen im Laufe der Zeit gerechnet werden kann.

Der Verbrauch an elektrischer Arbeit in der Versuchzeit betrug 44,4 kWh. Zu erwähnen ist, daß in der Versuchstunde normal gefahren wurde, daß also eine Gegenstrombremsung zum Erreichen der Spieldauer von 125 s nicht notwendig ist. Weitere Versuche zeigten sogar, daß beim Fördern mit Gegenstrom noch mehr Zeit verbraucht wurde als vorher. Durch die Gegenstrombremsung würden allerdings die Bremsen selbst entlastet werden, dafür aber der elektrische Teil der Anlage höher beansprucht, insbesondere die Abreißkontakte der Umsteuerschützen.

Im Abnahmeprotokoll ist u. a. zum Ausdruck gebracht, daß die Motoren reichlich stark bemessen sind, so daß auch im Dauerbetrieb eine übermäßige Erwärmung nicht zu befürchten ist.

In einem zweiten Aufsatz werde ich demnächst die stetigen Förderer dieser Anlage behandeln.

[B 1150]

420 Amp 360 300 240 180 120
Zeit für 1 vollständiges Förderspiel
Wartezeit
(Bewegung der Schwenkbühne An- u. Abhängen d. Kübel)
Arbeitszeit des Kabelkranes
40 20 5 40 20 4 40 20 3 40 20 2 40
RZ 1150 Z 19

Abb. 18
Stromverlauf (1 mm = 2,35 s).

235 kW 90 0
40 20 5 40 20 4 40 20 3 40 20 2 40
RZ 1150 Z 20

Abb. 19
Wirkleistung (1 mm = 12,5 kW, 1 mm = 2,35 s).

0 kW 150
Abgabe
Aufnahme
40 20 5 40 20 4 40 20 3 40 20 2 40
RZ 1150 Z 21

Abb. 20
Blindleistung (1 mm = 12,5 kW, 1 mm = 2,35 s).

Abb. 19 bis 21
Ergebnisse der Abnahmeversuche.

Schwere Personenzüge

Auf der Strecke Denver – Salt Lake City (1200 km) der Denver-Rio Grande und Western-Bahn verkehren Schnellzüge, die regelmäßig aus 14 Wagen von rd. 1000 t Gewicht ausschließlich Lokomotive bestehen. Gelegentlich müssen sie auf 1200 bis 1300 t verstärkt werden. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt 42 km/h für die ganze Strecke, was mit Rücksicht auf das durchfahrene gebirgige Gelände recht beachtlich ist. Denver liegt auf 1580 m, Salt Lake City auf 1280 m, dazwischen sind aber Paßhöhen von 2090, 3100 und 2250 m mit dazwischen liegenden Tälern von 1410 und 1320 m Seehöhe zu überwinden, und zwar mit dauernden Steigungen von 10 bis 14,5 vT und auf dem einen Abschnitt auch von 24 vT; in der umgekehrten Richtung liegen Steigungen von sogar 33 vT.

Als Zuglokomotiven dienen dreizylindrige 2 D 1-Lokomotiven von 325 t Dienstgewicht und 132 t Reibungsgewicht. Auf der Strecke von 1200 km findet nur zweimaliger Lokomotivwechsel statt. Die einzelnen Lokomotiven befördern den Zug über 425, 355 und 440 km, und zwar über alle Steigungen bis 14,5 vT ohne zusätzliche Hilfe, nur auf den Steigungen von 24 und 33 vT wird eine Schiebelokomotive zugegeben. [N 1554 c]

Hannover Metzeltin

Die Knickfestigkeit der Eckstäbe von Raumtragwerken mit ebenen Knoten

Von Dr.-Ing. K. Girkmann, Graz

Ableitung der Knickbedingung, Auswertung für verschiedene Anwendungen. — Abhängigkeit der Knickfestigkeit von der Art der Belastung und der Felderzahl des Stabes. — Kleinstwert der Knickfestigkeit. — Anwendbarkeit der üblichen Näherungsrechnung.

Eiserne Raumtragwerke der in Abb. 1 und 2 dargestellten und durch die Ausbildung ebener Knoten gekennzeichneten Bauart finden, namentlich im Freileitungsbau, vielfach Verwendung, wobei die Eckstäbe meist aus einfachen, über mehrere Geschosse oder über die ganze Baulänge ungestoßen durchlaufenden Winkeleisen ausgeführt werden.

In den einzelnen Feldern $\overline{(0),(1)}$, $\overline{(1),(2)}$ ... $\overline{(n-1),(n)}$ des ungestoßen durchlaufenden Eckstabes $\overline{(0),(n)}$ treten zufolge Einwirkung einer, vornehmlich aus quergerichteten Kräften bestehenden Außenbelastung die Druckkräfte P_1, P_2 ... P_n auf; unter Zugrundelegung bestimmter Verhältniswerte $P_1 : P_2 : P_3 : \ldots P_n$ soll jener Stabkraftwert $P_n = P_k$ ermittelt werden, bei dem der aus einem einfachen, gleichschenkligen Winkeleisen bestehende Eckstab $\overline{(0),(n)}$ auszuknicken beginnt.

Es werden folgende Annahmen gemacht:

1. Die im Eckstab $\overline{(0),(n)}$ zusammenstoßenden Seitenwände stehen aufeinander senkrecht; die Feldlängen des Stabes, d. s. Geschoßhöhen des Tragwerkes, sind gleich groß: $\overline{(0),(1)} = \overline{(1),(2)} = \ldots = \overline{(n-1),(n)} = l$.
2. Der Stab ist in seinen Endpunkten (0) und (n) derart gelagert, daß sich die Endquerschnitte um jede beliebige Schwerpunktgerade ihrer Ebene ohne Widerstand drehen können; die Fachwerkstreben sind in (1), (2) ... $(n-1)$ mittels allseits beweglicher Gelenke mit dem durchgehenden Eckstab verbunden.
3. Alle, außer dem Stab $\overline{(0),(n)}$ noch gedrückten Fachwerkstäbe mögen ausreichenden Knickwiderstand haben.
4. Es werden nur Knicklinien in Betracht gezogen, deren Ausbiegungen gegenüber der Feldlänge l unendlich klein bleiben.
5. Die Formänderung des Tragwerkes, die durch Längenänderungen belasteter Stäbe zustande kommt, bleibt unberücksichtigt; die von den Verstrebungen gebildeten und in den dazugehörigen Tragwandebenen wirksamen Stützungen der Stabpunkte (1), (2), ..., $(n-1)$ werden demnach unnachgiebig vorausgesetzt.

In Abb. 3 und 4 ist der zu untersuchende Eckstab samt anschließenden Streben schematisch dargestellt; die Knotenlasten R_1, R_2 ... R_{n-1} sind durch die Stabkraftunterschiede $P_2 - P_1$, $P_3 - P_2$, ..., $P_n - P_{n-1}$ gegeben. In Abb. 5 sind die Stabquerschnitte für (1), (2) ... zu sehen; die jeweils anschließenden und den bezüglichen Stabachsenpunkt führenden Streben sind in der Projektion mittels voller Linien, die möglichen Bewegungsbahnen dieser gestützten Stabpunkte mittels gestrichelter Linien dargestellt.

In diese Bewegungsbahnen werden die Stabpunkte (1), (2) ... $(n-1)$ beim Ausknicken des Stabes durch den bestehenden Fachwerkverband gezwungen. Diesem Zwang entspricht im allgemeinen in jedem der gestützten Stabpunkte eine zwischen Zusammenschlußort der Streben und durchgehendem Eckstab wirksam werdende Innenkraft. Alle Innenkräfte sind gegenüber den Stabkräften P_1, P_2 ... P_n unendlich klein; die von ihnen hervorgerufenen Stabbiegungsmomente müssen nämlich von derselben Größenordnung wie die Momente der Stablasten P_1, R_1, R_2 ... R_{n-1} sein. Die auf den Eckstab einwirkenden Innenkräfte rufen auch Drehmomente hervor; da diese von zweiter Kleinheitsordnung sind, bleiben Stabdrillungen außer Betracht, und die Gesamtbewegung der Stabquerschnitte kann aus einer Parallelbewegung und aus Drehungen um die Querschnitthauptachsen zusammengesetzt werden. Die ebenen Biegelinien, die für die Teilbelastungen nach den Hauptachsenrichtungen erhalten werden, müssen demnach zugeordnete Projektionen der räumlichen Knicklinie ergeben.

Zur Darstellung dieser Teilbelastungen wird ein rechtwinkeliges Achsenkreuz XYZ, Abb. 6 und 7, verwendet. Die X-Achse wird in die Stabsehne gelegt; die Achsen Y und Z sollen mit den Trägheitshauptachsen des unverformten Stabquerschnittes (0) zusammenfallen, und ihre Äste werden derart bezeichnet, daß sich für das erste Stabfeld die Projektionen y und z der Stabausbiegungen positiv ergeben. Parallel zu den Achsen X, Y, Z werden die auf den Stab einwirkenden Innenkräfte in Komponenten A, B, C zerlegt. Die Seitenkräfte A verschwinden

Abb. 1 und 2 (links) Raumtragwerk mit ebenen Zwischenknoten aus durchlaufenden Winkeleisen.

Abb. 3 bis 5 (rechts) Stützung und Belastung des Eckstabes. Darstellung der Bewegungsbahnen der gestützten Stabpunkte.

Abb. 6 und 7 XY- und YZ-Projektion einer möglichen Knicklinie.

gegenüber den Stablasten P_1, R_1, $R_2 \ldots R_{n-1}$. Die verbleibenden Komponenten B und C werden als positiv bezeichnet, wenn sie mit den positiven Halbachsen Y und Z gleichgerichtet sind.

Wie Abb. 6 und 7, in denen eine beliebige, mögliche Knicklinie dargestellt ist, entnommen werden kann, entsteht in der XY-Projektion im Querschnitt x des r-ten Stabfeldes das Biegungsmoment

$$\begin{aligned} M_x = {} & (P_1 + R_1 + R_2 + \cdots + R_{r-1})\, y \\ & - (R_1 \eta_1 + R_2 \eta_2 + \cdots + R_{r-1} \eta_{r-1}) \\ & - [B_0 (r-1)\, l + B_1 (r-2)\, l + \cdots + B_{r-2}\, l] \\ & - [B_0 + (B_1 + B_2 + \cdots - B_{r-1})]\, x , \end{aligned}$$

wobei $P_1 + R_1 + R_2 + \ldots + R_{r-1} = P_r$ und der Stützdruck B_0 aus der Momentengleichung für (n) mit

$$\begin{aligned} B_0 = {} & - \left(\frac{n-1}{n} B_1 + \frac{n-2}{n} B_2 + \cdots + \frac{1}{n} B_{n-1}\right) \\ & - \frac{1}{n} \left(R_1 \frac{\eta_1}{l} + R_2 \frac{\eta_2}{l} + \cdots + R_{n-1} \frac{\eta_{n-1}}{l}\right) \end{aligned}$$

erhältlich ist. Die Gleichung für die XY-Projektion der elastischen Linie (Stabfeld r) lautet daher

$$\begin{aligned} y_r = {} & D_1 \sin(x \beta_r) + D_2 \cos(x \beta_r) \\ & + \frac{l}{P_r} \left\{ (r-1) B_0 + (r-2) B_1 + \cdots + B_{r-2} + \sum_1^{r-1} R \frac{\eta}{l} \right\} \\ & + \frac{x}{P_r} \left(B_0 + \sum_1^{r-1} B \right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (1), \end{aligned}$$

wobei

$$\beta_r = \sqrt{\frac{P_r}{E J_z \tau_r}}$$

bedeutet.

Die beiden Integrationskonstanten können durch die Ordinaten η_{r-1} und η_r ausgedrückt werden. Um die entsprechende Gleichung für die XZ-Projektion zu erhalten, braucht man nur y durch z, η durch ζ, B durch C und β durch die entsprechende Hilfsgröße γ zu ersetzen. Die für das r-te Stabfeld geltenden Ausdrücke für y_r und z_r reichen hin, um für jeden der gestützten Stabpunkte (1), (2) ... $(n-1)$ die Bedingungen für den stetigen Verlauf der Knicklinie in diesen Punkten anschreiben zu können. Für den Stabpunkt (r) lauten dieselben in geschlossener Form

$$y'_{r\,(x=l)} = y'_{r+1\,(x=0)}, \quad z'_{r\,(x=l)} = z'_{r+1\,(x=0)} \quad \ldots \ldots (2).$$

Die Beziehungen (2) ergeben, für $r = 1, 2 \ldots (n-1)$ eingesetzt, ein System von $2\,(n-1)$ Gleichungen mit je $(n-1)$ Unbekannten η, ζ, B und C. Die Verwendung der beiden folgenden Beziehungen ermöglicht die Anzahl der Unbekannten auf $2\,(n-1)$ herabzusetzen:

Wie aus Abb. 6 und 7 zu ersehen ist, müssen sich je zwei unmittelbar aufeinanderfolgende, gestützte Stabpunkte in einer Projektion nach derselben Seite, in der andern Projektion nach verschiedenen Seiten der Stabsehne bewegen. Somit

$$\eta_1 = + \zeta_1, \quad \eta_2 = - \zeta_2, \quad \eta_3 = + \zeta_3, \; \cdots, \; \eta_{n-1} = \mp \zeta_{n-1} \quad (3).$$

Ferner bestehen zwischen zugeordneten Stützkräften die Beziehungen

$$B_1 = - C_1, \quad B_2 = + C_2, \quad B_3 = - C_3, \; \cdots, \; B_{n-1} = \pm C_{n-1} \quad (4).$$

(Es ist das obere oder untere Vorzeichen zu nehmen, wenn n eine ungerade oder gerade Zahl bedeutet.) Mit (3) und (4) können dann für einen beliebigen, gestützten Stabpunkt (r) die Gleichungen (2) in folgender Art angeschrieben werden:

$$\left.\begin{aligned} & \pm \frac{\zeta_{r-1}}{l} (s_r + 1) \pm \frac{\zeta_r}{l} (2 - t_r - t_{r+1}) \pm \frac{\zeta_{r+1}}{l} (s_{r+1} + 1) \\ & + \frac{s_r + t_r}{P_r} \left\{ \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} - R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} - \cdots \mp R_{r-1} \frac{\zeta_{r-1}}{l}\right) - [(r-2) C_1 - (r-3) C_2 + (r-4) C_3 - \cdots \pm C_{r-2}] \right\} \\ & + \frac{s_{r+1} + t_{r+1}}{P_{r+1}} \left\{ \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} - R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} - \cdots \pm R_r \frac{\zeta_r}{l}\right) - [(r-1) C_1 - (r-2) C_2 + (r-3) C_3 - \cdots \mp C_{r-1}] \right\} \\ & - \frac{t_r}{P_r} (C_1 - C_2 + C_3 - \cdots \mp C_{r-1}) - \frac{s_{r+1}}{P_{r+1}} (C_1 - C_2 + C_3 - \cdots \pm C_r) \\ & + B_0 \left(\frac{(r-1) s_r + r t_r}{P_r} + \frac{(r+1) s_{r+1} + r t_{r+1}}{P_{r+1}} \right) = 0 \end{aligned}\right\} \ldots (5),$$

$$\left.\begin{aligned} & - \frac{\zeta_{r-1}}{l} \left((s)_r + 1\right) + \frac{\zeta_r}{l} \left(2 - (t)_r - (t)_{r+1}\right) - \frac{\zeta_{r+1}}{l} [(s)_{r+1} + 1] \\ & + \frac{(s)_r + (t)_r}{P_r} \left\{ \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} + R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} + \cdots + R_{r-1} \frac{\zeta_{r-1}}{l}\right) + (r-2) C_1 + (r-3) C_2 + (r-4) C_3 + \cdots + C_{r-2} \right\} \\ & + \frac{(s)_{r+1} + (t)_{r+1}}{P_{r+1}} \left\{ \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} + R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} + \cdots + R_r \frac{\zeta_r}{l}\right) + (r-1) C_1 + (r-2) C_2 + (r-3) C_3 + \cdots + C_{r-1} \right\} \\ & + \frac{(t)_r}{P_r} (C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_{r-1}) + \frac{(s)_{r+1}}{P_{r+1}} (C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_r) \\ & + C_0 \left(\frac{(r-1)(s)_r + r (t)_r}{P_r} + \frac{(r+1)(s)_{r+1} + r (t)_{r+1}}{P_{r+1}} \right) = 0 \end{aligned}\right\} \ldots (6),$$

wobei

$$\begin{aligned} B_0 = {} & + \left(\frac{n-1}{n} C_1 - \frac{n-2}{n} C_2 + \frac{n-3}{n} C_3 - \cdots \mp \frac{1}{n} C_{n-1}\right) \\ & - \frac{1}{n} \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} - R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} - \cdots \pm R_{n-1} \frac{\zeta_{n-1}}{l}\right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 = {} & - \left(\frac{n-1}{n} C_1 + \frac{n-2}{n} C_2 + \frac{n-3}{n} C_3 + \cdots + \frac{1}{n} C_{n-1}\right) \\ & - \frac{1}{n} \left(R_1 \frac{\zeta_1}{l} + R_2 \frac{\zeta_2}{l} + R_3 \frac{\zeta_3}{l} + \cdots + R_{n-1} \frac{\zeta_{n-1}}{l}\right), \end{aligned}$$

$$s_r{}^{1)} = \frac{l \beta_r}{\sin(l \beta_r)} - 1, \quad s_{r+1} = \frac{l \beta_{r+1}}{\sin(l \beta_{r+1})} - 1,$$

$$(s)_r = \frac{l \gamma_r}{\sin(l \gamma_r)} - 1, \quad (s)_{r+1} = \frac{l \gamma_{r+1}}{\sin(l \gamma_{r+1})} - 1$$

$$t_r = 1 - \frac{l \beta_r}{\operatorname{tg}(l \beta_r)}, \quad t_{r+1} = 1 - \frac{l \beta_{r+1}}{\operatorname{tg}(l \beta_{r+1})},$$

$$(t)_r = 1 - \frac{l \gamma_r}{\operatorname{tg}(l \gamma_r)}, \quad (t)_{r+1} = 1 - \frac{l \gamma_{r+1}}{\operatorname{tg}(l \gamma_{r+1})},$$

$$\beta_r = \sqrt{\frac{P_r}{E J_z \tau_r}}, \quad \beta_{r+1} = \sqrt{\frac{P_{r+1}}{E J_z \tau_{r+1}}},$$

$$\gamma_r = \sqrt{\frac{P_r}{E J_y \tau_r}}, \quad \gamma_{r+1} = \sqrt{\frac{P_{r+1}}{E J_y \tau_{r+1}}},$$

bedeuten.

[1]) Funktionen der Form $\frac{\omega}{\sin(\omega)} - 1$ oder $1 - \frac{\omega}{\operatorname{tg}(\omega)}$ wurden nach Zimmermann (s. z. B. „Knickfestigkeit der Stabverbindungen" von Dr. H. Zimmermann. Berlin 1925) mit s und t bezeichnet.

Unter J_y und J_z sind die Hauptträgheitsmomente zu verstehen. τ_r und τ_{r+1} sind die Knickzahlen des r-ten und $(r+1)$-ten Feldes und jenen mittleren Spannungen der Stabquerschnitte zugeordnet, die von den Stabkräften P_r und P_{r+1} des Knickzustandes hervorgerufen werden.

Zur Bestimmung der Knickstabkraft werden die Knickgleichungen (5) und (6) für jeden gestützten Stabpunkt ($r = 1, 2 \ldots [n-1]$) angesetzt, wobei für Glieder mit Doppelvorzeichen das obere oder untere Vorzeichen gilt, wenn n oder r eine ungerade oder gerade Zahl bedeutet.

Die 2 $(n-1)$ Knickgleichungen (5), (6) sind nach den verbliebenen Unbekannten $\zeta_1, \zeta_2 \ldots \zeta_{n-1}$ und $C_1, C_2 \ldots C_{n-1}$ linear und homogen. Sollen von null verschiedene Lösungen für die Unbekannten möglich sein, so muß die

Nennerdeterminante aller Knickgleichungen (5), (6) gleich null . . . . (7)

(Knickbedingung) sein. Die kleinste, von null verschiedene Lösung der Gl. (7) für die größte Feldstabkraft stellt die gesuchte Knickstabkraft dar.

In Zahlentafel 1 sind für $\frac{J_{max}}{J_{min}} = 3{,}933$[2]) und für $\tau_1 = \tau_2 = \ldots = \tau_n = 1$ (Knickung im elastischen Bereich) die durch das Trägheitsmoment $J_x = \frac{1}{2}(J_{max} + J_{min})$ ausgedrückten Knickstabkräfte für einzelne Anwendungsfälle ausgewiesen; zum Vergleich ist auch der dem üblichen Näherungsverfahren (Knickberechnung für die Knicklänge $2\,l$ und das Trägheitsmoment J_x) entsprechende Wert der Knickstabkraft beigeschrieben.

Zahlentafel 1. Knickstabkräfte für verschiedene Geschoßzahlen

Geschoß- (Felder-) Zahl n	Verhältniswerte der Stabkräfte	Knickstabkraft $P_n = \nu \frac{E J_x}{l^2}$ Werte ν	Näherungswert für P_k nach üblichem Näherungsverfahren
2	$P_1 = P_2$	2,422	$\pi^2 \frac{E J_x}{(2\,l)^2} = 2{,}467 \frac{E J_x}{l^2}$
	$P_1 : P_2 = 19 : 20$	2,502	
	$P_1 : P_2 = 9 : 10$	2,568	
	$P_1 : P_2 = 1 : 2$	3,184	
3	$P_1 = P_2 = P_3$	1,768	
	$P_1 : P_2 : P_3 = 8 : 9 : 10$	1,968	
	$P_1 : P_2 : P_3 = 1 : 2 : 3$	2,525	
4	$P_1 = P_2 = P_3 = P_4$	2,122	
5	$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$	1,768	
	$P_1 : P_2 : P_3 : P_4 : P_5 = 6:7:8:9:10$	2,133	
	$P_1 : P_2 : P_3 : P_4 : P_5 = 1:2:3:4:5$	2,420	
6	$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6$	1,768	

Aus den Rechnungsergebnissen ist zu ersehen, wie sehr die Größe der Knickstabkraft von der Belastungsart des Stabes abhängt. Aber auch der Einfluß der Geschoßzahl kann beurteilt werden, und es ist zu erkennen, daß das zweigeschossige Tragwerk eine Sonderstellung einnimmt. Der Zwei-Feld-Stab zeichnet sich nämlich durch seine verhältnismäßig hohe Knickstabkraft aus, und der für $P_1 = P_2$ erhaltene Kleinstwert dieser Kraft wird von dem bezüglichen Werte des üblichen Näherungsverfahrens nur unbedeutend überschritten. Daher wird beim zweigeschossigen Tragwerk, und somit auch bei mehrgeschossigen Tragwerken mit Zwischenpfosten nach Abb. 8 und 9, das übliche Näherungsverfahren stets zu ausreichenden Querschnitten führen.

Bereits beim dreigeschossigen Tragwerk kommt aber die besondere Art der Stabzwischenstützung zur vollen Auswirkung, und der für gleiche Stabkraft aller Felder erhaltene Kleinstwert der Knickstabkraft kehrt auch bei höheren Geschoßzahlen wieder (z. B. für $n = 5$ und $n = 6$). Ob die Anwendung des üblichen Näherungsverfahrens auf durchlaufende Eckstäbe von Tragwerken mit mehr als zwei Geschossen (ohne Zwischenpfosten) zulässig ist, hängt von den Verhältniswerten der Feldstabstärke ab.

[2]) Bei gleichbleibendem J_x nimmt die Knickstabkraft mit größer werdendem $\frac{J_{max}}{J_{min}}$ ab; daher wurde für diesen Verhältniswert der unter den gebräuchlicheren Stabprofilen vorkommende Größtwert 3,933 gewählt.

RZ1207Z8u.9

Abb. 8 und **9** Tragwerk mit Zwischenpfosten.

RZ1207Z10

Abb. 10 Sonderfall der Belastung von Masten.

Setzt man den für das mehrgeschossige Tragwerk erhaltenen Kleinstwert $1{,}768 \frac{E J_x}{l^2}$ der Knickstabkraft des durchlaufenden Eckstabes dem Ausdruck $\pi^2 \frac{E J_x}{l_k^2}$ gleich so ergibt sich hieraus $l_k = 2{,}366\,l$, und man kann nun für das mehrgeschossige Tragwerk ein Näherungsverfahren angeben, das auch unter den ungünstigsten Belastungsverhältnissen noch ausreicht: die Knickberechnung wird ohne Rücksicht auf Geschoßzahl und Verhältniswerte der Feldstabkräfte mit der Knicklänge $l_k = 2{,}366\,l$ und dem Trägheitsmoment J_x durchgeführt. Bei ungleich langen Stabfeldern und kleinen Feldlängenunterschieden wird für l der Mittelwert aus den Längen des stärkst belasteten Feldes und des Nachbarfeldes gesetzt werden können. Die hier in Rechnung gestellte Knicklänge ist um 18 vH größer als jene, die dem üblichen Näherungsverfahren zugrundeliegt, in den Knickstabkräften werden sich daher Unterschiede bis zu 32 vH ergeben.

Nun sind aber häufig Anwendungsfälle der in Betracht stehenden Tragwerke anzutreffen, bei denen auch nicht annähernd Gleichheit der Stabkräfte aller Felder zustandekommen kann, vielmehr die im untersten Feld ihren Größtwert erreichende Stabkraft nach oben ungefähr gleichstufig abnimmt und im obersten Feld einen nur mehr verhältnismäßig kleinen Wert besitzt. Dies trifft beispielsweise bei Leitungsmasten, von Sonderfällen mit einer maßgebenden Belastung nach Abb. 10 abgesehen, fast allgemein zu. Dann sind aber, wie aus den Rechnungsergebnissen zu ersehen ist, bereits hochliegende Knickstabkräfte zu erwarten, so daß auch das übliche Näherungsverfahren schon ausreichende Stabquerschnitte ergeben wird.

Ähnlich günstige Verhältnisse lagen auch für jene einschüssigen, lediglich durch Spitzenzug belasteten Versuchsmaste vor, über deren Umbruch in dieser Zeitschrift berichtet worden war[3]); bei diesen Versuchen war tatsächliche gute Übereinstimmung zwischen näherungsweise errechneten und wirklichen Knickfestigkeiten zu beobachten gewesen. [M 1207]

[3]) Vergl. Z. Bd. 56 (1912) S. 1901.

Die mechanischen Vervielfältigungs-Bureaumaschinen

Von Dr.-Ing. Richard Berger, Berlin

Darstellung von Ausführungen gebräuchlicher Vervielfältigungsmaschinen und -apparate. — Naßkopiermaschinen und Pellvervielfältiger, beide Abtragvervielfältiger. — Beispiele von Auftragvervielfältigern: Plan- und Walzentypendrucker; Stanz- und Faserschablonen-Vervielfältiger, ausgeführt als Plan- und Walzendruckgeräte; unmittelbar und mittelbar arbeitende Walzen-Flachdruckmaschinen.

Nachdem ich in Heft 16 S. 523 dieser Zeitschrift die Grundzüge und Besonderheiten der in technischen und kaufmännischen Bureaus gebräuchlichen mechanischen Vervielfältigungsverfahren behandelt habe, werden nachstehend einige Vervielfältiger aus der großen Anzahl von Bauarten herausgegriffen und beschrieben, ohne daß damit ein Wertmaßstab für die Güte der Erzeugnisse zu geben beabsichtigt ist.

Die Abtragvervielfältiger

Die Naßkopiermaschinen

Die Naßkopiermaschine wurde von James Watt erfunden. Dieser berühmte Erfinder beschreibt in der englischen Patentschrift Nr. 1244 vom 14. Februar 1780 außer der Zweiwalzen-Kopiermaschine noch die Kopierpresse und die Herstellung der Kopiertinte. Die älteste deutsche Patentschrift über eine Kopiermaschine stammt von Lash, Toronto. Die ihr entsprechende Maschine wurde von der damals bestehenden Firma August Zeiß, Berlin, gebaut. Sie ist eine deutsche Maschine geworden und wandert von Deutschland aus in die ganze Welt. Heftige Patentkämpfe, die wiederholt das Reichsgericht beschäftigten, tobten um diese Maschine. Der Vorzug der Kopiermaschine liegt darin, daß sie ohne andre Verbrauchstoffe als Wasser und Kopierpapier eine getreue Kopie der Urschrift mit ihren eigenen Farben gibt. Es können aber nur bis zu sechs gute Kopien angefertigt werden.

Feuchtes Kopierpapier wird erhalten durch Vorfeuchtung der ganzen Kopierpapierrolle (Post) oder durch Anwendung präparierter, dauerfeuchter Rollen (Roneo), gewöhnlich aber durch Anfeuchten in einem Wasserkasten unmittelbar vor dem Kopieren.

Zwei verschiedene Ausführungen der Kopiermaschine werden nachstehend gemeinsam beschrieben, Abb. 1 und 2 (Excelsior) und Abb. 3 bis 5 (Victoria). Abb. 1 und 2 zeigen besondere Einzelheiten der Kopiermaschine Excelsior.

RZ996Z13

Abb. 3
Schnitt durch die Kopiermaschine Victoria.

Abb. 1
Schnitt durch ein Stück der Kopiermaschine Excelsior.

RZ996Z11u12

Abb. 2
Die zum Kopierpapiereinführen auseinander geklappte Kopiermaschine Excelsior.

Buchstabenerklärung für Abb. 1 bis 3

a Kopierpapierrolle
b Kopierpapier
c Wasserkasten
d Tauchwalze
e Gegendruckwalze
f Wringwalze
g Hilfswalze (nicht bei allen Maschinen)
h Form- oder Druckwalze
i Förderwalzen
k, *l* Messer
m Urschrift
n Briefblech
o, o_1, o_2 Einführwalzen für die Urschrift
p Leitblech
q Förderbahn aus Drahtgewebe
r Trockentrommel
s Stapelblech

Abb. 4
Schnittlängeneinstellung.

Abb. 5
Die Epizykloidenschere von Berger.

Von der Kopierpapierrolle *a* in Abb. 1 bis 3 läuft das Kopierpapier *b* in den Wasserkasten *c*, wird hier angefeuchtet und durch Tauchwalzen *d* untergetaucht. Das überschüssige Wasser wird zwischen der Gegendruckwalze (Hauptwalze) *e* aus Weichgummi und der Wringwalze (Metallwalze) *f* entfernt. Häufig ist vor beiden noch ein Glättbügel oder eine Glättwalze angebracht, um Faltenbildung im Kopierpapier zu verhindern. Das Kopierpapier geht dann entweder unmittelbar, an der Gegendruckwalze *e* anliegend, Abb. 3, oder über eine Hilfswalze *g* hinweg, Abb. 1, zur Kopierstelle, wo es von der Urschrift den Abdruck nimmt. Die Kopierstelle liegt an der Berührung zwischen der Gegendruck- oder Hauptwalze *e* und der Form- oder Druckwalze *h*, deren Druckform hier die um die Formwalze *h* herumgeführte Urschrift ist. Die Urschrift *m* wird von dem Kopierer auf das Briefblech *n* gelegt und mit besonderen Einführwalzen o, o_1, o_2 der Kopierstelle am Leitblech *p* vorbei zugeführt.

Nachdem der Abdruck der Urschrift aufgenommen ist, bringen Förderwalzen *i* das Kopierpapier in den Bereich der beiden Messer *k* und *l* einer Schere, die das Kopierpapier zerschneiden. Gewöhnlich werden die drei gebräuchlichen Schnittlängen (Postkarten-, Quart- und Doppelquart-Größe) selbsttätig und davon abweichende Schnittlängen mit der Hand geschnitten. Die Schnittlänge kann aber auch nach ihrer Einstellung mit einem Zeiger an einem Maßstab in beliebigen Längen selbsttätig geschnitten werden, Abb. 4. Beim Einstellen des Zeigers wird der Hub eines abwechselnd an einer Links- oder Rechtsspindel geführten Schaltschlosses verändert. Tastvorrichtungen, die Urschriften abtasteten, dann die Kopieschnittlänge bestimmten oder Durchlochungen des Kopierpapiers abtasteten und danach die Einführung der Urschrift regelten, waren gleichfalls im Gebrauch, sind aber ein Opfer der Kriegs- und Inflationszeit geworden und werden gegenwärtig nicht gebaut.

Damit der Laie beim Einführen des Kopierpapiers dieses nicht mühsam über die Walzen leiten muß, lassen sich bei neuzeitlichen Maschinen die Walzen rasch so auseinanderklappen, daß eine breite Einführöffnung für das Kopierpapier entsteht. Die auf die eine Seite der Kopierpapierbahn wirkenden Walzen kommen dann auf die eine Seite der Öffnung, die andern Walzen auf die andre Seite. Abb. 2 zeigt ein Beispiel von so auseinandergeklappten Walzen.

Das Kopierpapier wird gewöhnlich zwischen einem ortfesten und einem umlaufenden Messer, Abb. 3, oder bei der für Kinematiker bemerkenswerten Epizykloidenschere, Abb. 5, zwischen zwei umlaufenden Messern zerschnitten. Das nasse Kopierpapier läßt sich mit dem gewöhnlichen Scherenschnitt nicht zerschneiden und wird zwischen den Messerklingen abgequetscht. Nach dem Abschneiden wird es entweder an einem sogenannten Galgen zur Lufttrocknung aufgehängt, Abb. 6, oder bei der vollkommensten Ausführung, der Victoria, Abb. 3, mittels einer Förderbahn aus Drahtgewebe um eine Trockentrommel *r* geleitet, hier sofort mit einer elektrischen Heizvorrichtung getrocknet und auf das Stapelblech *s* gelegt. Die Heizmaschinen haben den großen Vorzug, daß ihre Kopien sofort in Sammelvorrichtungen eingeordnet werden können.

Es gibt auch Maschinen, bei denen das vorgelochte Kopierpapier nach dem Kopieren zwischen voreilenden Walzen getrennt wird.

Abb. 6
Vorderansicht einer Kopiermaschine mit Lufttrocknung des Kopierpapiers am Galgen *t*

Abb. 7
Einfaches Pellvervielfältigungsgerät.

Naßkopiermaschinen werden gebaut von den Firmen Rotaprint-A.-G. (früher Deutsche Maschinenbau- und Vertriebs-Gesellschaft), Berlin, F. Soennecken, Bonn, Jul. Post, Hamburg, Deutsche Roneo-Ges., Berlin, Bünning, Gardelegen.

Die Heißkopiermaschinen

Heißkopiermaschinen zum Kopieren von Urschriften mit Schmelzfarben (Plättfarben) sind im Versuchszustande stecken geblieben und nicht im Handel erschienen. Dagegen sind die Heißkopierungen von Schnittmustervorlagen auf Stoffe heute den Hausfrauen bekannt.

Die Kolloid-Abtragvervielfältiger, Pellvervielfältiger oder Peller

Diese Vervielfältiger werden in einfachster Ausführung als Plandruckgeräte gebaut. Einige Versuche, sie auch als Walzendruckmaschinen auszuführen (z. B. DRP 110 704, konstruktiv allerdings nicht ganz glücklich, ferner noch einige amerikanische Patente) sind leider nicht weiter fortgeführt worden. Wo man billig etwa 80 mehr- oder einfarbige Abzüge einer Urschrift haben will, für Maschinen keine große Summe anlegen kann und keine großen Anforderungen auf Schriftstärke und Schönheit legt, sondern nur Leserlichkeit verlangt,

Abb. 8
Pellvervielfältigungsgerät (Schapirograph) mit ab- und aufrollbarer Druckform.

Abb. 9 und 10
Typenbehälter.

Abb. 11
Setzschiene.

werden diese Vervielfältiger immer ihren Abnehmerkreis haben. In Abb. 7 ist ein Pellvervielfältiger (Edob) einfachster Art beim Druckvorgang mit Zubehörteilen dargestellt. Abb. 8 gibt einen Pellvervielfältiger (Schapirograph) wieder, dessen Druckform von einer Walze abwickelbar über die stützende Formplatte hinweg zu einer zweiten Walze geht. Es kann hier nach dem Abdruck sofort ein neues Stück der Pellplatte zur Aufnahme eines neuen Umdruckes der Urschrift herangedreht werden.

Leimpeller oder Hektographenapparate liefern folgende Firmen: Greifwerk, Goßlar a. H., Abb. 7, A. Schapiro G. m. b. H., Berlin, Abb. 8, Brüsseler & Co., Elberfeld, Günther Wagner, Hannover, Westenhoff & Co., Hannover.

Tonpeller oder Tonmassegeräte liefern folgende Firmen: Bargeo, Nürnberg, Herold-Ges., Berlin, Günther Wagner, Hannover, P. Henß, Weimar.

Die Auftragvervielfältiger

Große Auflagen lassen sich nur mit Auftragvervielfältigern anfertigen, deren vollkommenere Ausführungen, soweit ihr Papier nicht von der Rolle läuft, Stapelgreifer und Stapelleger haben und wahlweise mit der Hand oder mit dem Motor angetrieben werden können.

Die Hochdruck-Vervielfältiger oder Typendrucker

Sie haben den Vorzug, daß mit einem Typensatz eine praktisch unbegrenzte Anzahl von scharfen, gut gedeckten Abdrücken genommen werden kann. Wenn aber die Typen zum Wiedergebrauch abgelegt worden sind, so muß bei einem Neudruck von neuem gesetzt werden. Die Maschinen werden als Plan- und Walzengeräte ausgeführt. Als Drucktypen werden manchmal Langtypen für den Plandruck wie beim Buchdruck angewendet, wobei oft in alter Weise die Lettern dem Setzkasten entnommen und im Winkelhaken oder einer ähnlichen Vorrichtung zum Satz zusammengestellt werden. Häufiger werden Kurztypen benutzt. Für Adressiermaschinen mit Hochdruck verwendet man auch hochgeprägte Blechplatten als Druckform. Diese Platten werden dann auf besonderen Prägemaschinen hochgeprägt. Die Typen werden entweder nur mit Farbwalzen oder mit Farbbändern oder wahlweise mit beiden eingefärbt. Farbbänder werden vielfach in Verbindung mit Schreibmaschinentypen dann angewendet, wenn dem Schriftstückempfänger mit der Vervielfältigung eine einmalig angefertigte persönlich an ihn gerichtete Schreibmaschinen-Urschrift vorgetäuscht werden soll. Die Typen werden häufig in Setzapparaten, Abb. 9 und 10, aufbewahrt, deren nebeneinanderliegende Typenkanäle als Typenbehälter dienen. Mit einer Setzschiene, Abb. 11, kann der Laie aus ihnen die Typen entnehmen und dorthin ablegen, ohne sie mit der Hand zu fassen. Durch einfaches Aufstoßen des Setzkopfes einer Setzschiene an das untere Ende der Typenbehälter können die Typen einzeln nacheinander entnommen werden, bis die Setzschiene gefüllt ist, Abb. 9. Sie wird dann abgenommen und ihr Satz auf den Druckzylinder geschoben. Nach dem Druck wird der Satz mit der Setzschiene dem Druckzylinder entnommen und jede einzelne Type wieder mit dem Absetzkopf in die oberen Enden der Typenkanäle eingeschoben, Abb. 10.

Einen einfachen Plantypendrucker zeigen Abb. 12 und 13. Als Druckform dienen die Schreibmaschinenschrift-Typen *a*, auf der Formplatte *b* ruhend, die als Wagen ausgebildet ist und an ihren vier unteren Ecken Rollen *c* trägt, die auf Schienen *d* des Rahmens *e* laufen. Über der Druckform *a* liegt ein Farbband *f*, das an beiden Enden auf den Rollen *g* aufgewickelt ist. Wenn die Formplatte *b* sich bei der Bewegung den Totpunktstellun-

Abb. 12 und 13
Einfacher Typenplandrucker (Schiller & Fritz).

a	Druckform (Typen)	*k*	Federn für *h* und *i*
b	Formplatte	*l*	Gegendruckwalze
c	Rollen	*m*	Zahnrad
d	Schienen	*n*	Zahnstange
e	Rahmen	*o*	Anlegeblech
f	Farbband	*p*	Ablegestäbe
g	Farbbandrollen	*q*	Achse von *p*
h, *i*	Papiergreifer	*r*	gekrümmte Schlitze
		s	Röllchen der Formplatte *b*

Abb. 14
Typenplandrucker (Freho).

Abb. 15 und 16
Typenwalzendrucker (Rodeka der Roto- & Debego-Werke, Königslutter).

a Anlegetisch
b Zählwerk
c obere Buchdruckwalze
d Farbenverreibwalze
e untere Buchdruckwalze
f Bogenabstreifer
g Auffangtisch
h Formwalze
i Gegendruckwalze
k Anlegerolle

gen nähert, so werden die Rollen *g* und das Farbband *f* weitergeschaltet. An der Formplatte *b* sind noch Papiergreifer *h* und *i* in senkrechter Richtung verschiebbar angebracht; sie werden gewöhnlich durch die Federn *k* hochgedrückt. Über der Druckform *a* und dem Farbband *f* befindet sich die Gegendruckwalze *l*, die eine Abflachung hat. Die Gegendruckwalze *l* überträgt ihre Bewegungen auf die Formplatte *b* durch Zahnrad *m* und Zahnstange *n*. Wenn die Formplatte in die linke Endstellung rollt, stoßen die schiefen Ebenen der linken Enden der Greifer *h* gegen die ebene Stelle der Gegendruckwalze *l*, werden von ihr nach unten gedrückt und stehen in der Endstellung noch etwas unter der Gegendruckwalze *l* vor. Ein auf das Anlegeblech *o* aufgelegter Papierbogen läßt sich nun in den Winkel unter der Gegendruckwalze *l* und über den niedergedrückten Greifern *h* schieben. Wenn die Formplatte *b* nach rechts rollt, erfassen der zylindrische Teil der Gegendruckwalze *l* und die Druckform *a* den Bogen, die Greifer werden überflüssig und gehen, sobald die Gegendruckwalze *l* sie nicht mehr niederdrücken kann, hoch. Sie drücken hierbei aber auch das über ihnen liegende Papier so hoch, daß beim Rechtsrollen der Formplatte *b* die Ablegestäbe *p* bequem unter das Papier fassen können. Die Ablegestäbe *p* sind um die Achse *q* drehbar gelagert und tragen gekrümmte Schlitze *r*. In diese tritt beim Rechtsrollen der Formplatte *b* ihr Röllchen *s* ein und dreht die Ablegestäbe mit dem daraufliegenden Papierbogen um die Achse *q*, wobei der Bogen nach rechts abgelegt wird. Abb. 14 zeigt einen Plantypendrucker (Freho) und Abb. 15 und 16 einen Walzentypendrucker von der Ablegestelle aus gesehen und zerlegt.

Typenplandruckgeräte bauen die Firmen: Knecht, Berlin, Roto & Debego-Werke, Königslutter, Osterwald, Dresden, Dresdener Bürogeräte A.-G., Dresden, Kommandit-Ges. Hoffmann & Co., Berlin, Preciosa Maschinenfabrik A. Schmidt, Offenbach a. M., Seidemann-Rödertalwerk, Liegau, Augustsbach, Dresden, Bürographia Heinrich & Co., Berlin, W. Schüller & Co., Gera, Thüringen, Gesellschaft für Spezialmaschinen, Dresden, Walter & Co., Charlottenburg, Vermos, Köln.

Typenwalzendruckgeräte bauen die Firmen: Dapag-Efubag, Berlin-Staaken, Ges. für Büromaschinen, Leipzig, Monax, Dresden, The Am. Multigraph Sales Co., Cleveland (Ohio), Meik, Leipzig, Collin, Offenbach, Roto- & Debego-Werke, Königslutter.

Die Tiefdruck-Vervielfältiger

Der für bebilderte Zeitungen häufig angewendete Grubentiefdruck, der hier mit dem Offsetdruck ringt, hat bisher noch keinen Eingang in die Bureaumaschinentechnik gefunden, dagegen sind hier die Schablonendruckgeräte in den verschiedensten Ausführungen sehr verbreitet. Die Stanzschablonengeräte haben nur in wenigen Fällen Anwendung gefunden. Die von Edison erfundenen Faserschablonen-Vervielfältiger, auch Wachsschablonen-Vervielfältiger genannt, obwohl schon längst kein Wachs mehr dabei verwendet wird, werden viel benutzt.

Die Stanzschablonen-Vervielfältiger

Die Buchstaben oder Zeichen der Druckform werden in besonderen Stanzmaschinen ausgestanzt. Es gibt auch Stanzschreibmaschinen für Blindenschrift. Die Stanzschablonen-Buchstaben haben unterbrochene Linienführungen, da sonst z. B. das vom Linienzug eingeschlossene Buchstabenstück von *O* oder *B* herausfallen würde. Da die mit Stanzschablonen hergestellte Schrift nicht so schön aussieht wie die Faserschablonenschrift, wird die Stanzschablonenschrift meist nur für den inneren Betrieb benutzt. Solche Stanzschablonen aus Pappkarton hat z. B. die Elliot Co., Cambridge (Mass.), an den von ihr gebauten Adressiermaschinen für den inneren Betrieb angewendet, die u. a. zur Anfertigung von Lohnlisten dienen. Für Kundenadressen usw. wendet auch diese Firma Faserschablonen an, die in Pappkartonrahmen eingeklebt sind. Wegen ihrer gegenwärtig geringen Bedeutung gehe ich hier auf die Stanzschablonenmaschinen nicht weiter ein.

Die Faserschablonen-Vervielfältiger

Die aus dünnem, langfaserigem, farbdurchlässigem Japanpapier (Joshino-Papier) und dergl. bestehende, mit einem farbdichten Überzug versehene Druckform wird an den druckenden Stellen durch den Typenschlag der Schreibmaschine oder durch ein Schreibgerät vom Überzug befreit und farbdurchlässig gemacht. Das Farbband muß dabei von der Schreibmaschine abgenommen werden. Die Linienführung ist im Gegensatz zur Stanzschablone ohne Unterbrechung, da die dünnen Schablonenfasern nicht stören. Die Schablone stützt sich als Druckform meist auf eine farbdurchlässige Siebfläche, die bei großer Biegungsfestigkeit als Formplatte dienen kann oder bei geringer Biegungsfestigkeit sich auf eine Formplatte stützt. Die Formplatte ist bei den einfacheren Geräten gewöhnlich eine Planfläche, bei den schnell arbeitenden werden meist Walzenflächen verwendet.

Während der Typendrucker Abzüge in jeder beliebigen Schrift ergibt, die der Setzkasten enthält, wird bei der Anwendung der Faserschablone das Setzen durch das Be-

schriften in der Schreibmaschine ersetzt. Dafür besteht lie Gefahr, daß bei falscher Behandlung die Schrift verklext oder breit wird. Die Zahl der Abdrücke ist gegenüber dem Typendrucker begrenzt. Die Walzenapparate werden mit einer oder zwei Walzen in mannigfachen Bauarten ausgeführt. Hier sei aus den vielen Konstruktionen nur eine einzige zur Veranschaulichung dieses Verfahrens herausgegriffen, Abb. 17, die „Roto 10" der Roto- & Debego-Werke, Königslutter.

Die druckfertige Druckform, hier eine Faserschablone, stützt sich auf ein farbdurchlässiges Band, das über die Formwalze *a* und die Hilfswalze a_1 läuft. Die Druckfarbe wird von den Farbwalzen *c*, c_1 gleichmäßig verteilt und von den Walzen *a*, a_1 durch das Siebband *b* und ferner die seitenrichtig beschriftete Innenseite der Schablone hindurch auf ihre spiegelbildliche Außenseite übertragen. Die Papierbogen liegen auf dem Stapel *f*. Sein oberstes Blatt wird vom Zubringer *g* gegen den Anschlag *h* geschoben, hier gerichtet und dann durch die Förderwalzen *i*, *k* in den Zwischenraum zwischen Formwalze *a* und anschwenkbarer Gegendruckwalze *l* hindurchgeführt, wobei der Abdruck erfolgt. Hierauf werden die bedruckten Bogen in der Auffangvorrichtung *m* gesammelt. Den Antrieb erhält die Maschine wahlweise mit der Hand von der Kurbel *e* oder durch Einschalten des Anlassers *d* von einem Elektromotor.

Plandruckgeräte werden gebaut von den Firmen Geha, Hannover, Brüsseler, Elberfeld, Rotafix-Werk, Berlin, Cyclon, Betzdorf (Sieg), Bluen, Berlin, Ellams Duplicator Co., London, Henß, Weimar, Greif-Werke, Goßlar a. Harz, Schneider, Wien, Sensator, Wien, Westenhoff, Hannover.

Walzendruckgeräte werden gebaut von den Firmen: A. B. Dick & Co., Chikago, Ellams Dupl. Co., London, Gestetner, London, Deutsche Roneo Gesellschaft, Berlin, Roto- & Debego-Werke, Königslutter, Rapax Apparategesellschaft, Wien, A. Breuer, Berlin.

Die Flachdruck-Vervielfältiger

Die Flachdruck-Vervielfältiger haben mit den Faserschablonengeräten das gemeinsam, daß bei der Anwendung der Schreibmaschinenschrift das Setzen fortfällt. Bei den vollkommenen Flachdruck-Vervielfältigern ist die Auflagenzahl sehr hoch; dabei besteht hier außerdem noch die Möglichkeit, daß Strich- und Rasterbilder auch vom Laien photomechanisch auf die Flachdruckplatte ohne Schwierigkeit übertragen werden können. Als Druckform werden gegenwärtig Glas- und Metallplatten verwendet. Die Glasplatte (Opalograph) wird beim Plandruck, die Metallplatte beim Walzendruck bevorzugt. Die wiederholten Anläufe, unmittelbar von Fettfarben abstoßenden Gelatineflächen zu drucken, deren Schrift durch gerbende Tinten oder photomechanische Behandlung Fett annehmend gemacht wurde, haben bei Vervielfältigern bisher in der Praxis leider noch keinen Dauererfolg gehabt, obwohl die von graphischen Anstalten hergestellten Filmlichtdrucke von großer Schönheit sind.

Abb. 17
Zweiwalzen-Schablonendrucker (Roto 10) der Roto- & Debego-Werke, Königslutter.

a Formwalze; a_1 Hilfswalze; *b* Siebband; *c*, c_1 Farbwalzen; *d* Anlasser; *e* Kurbel; *f* Stapel; *g* Zubringer; *h* Anschlag; *i*, *k* Förderwalzen; *l* Gegendruckwalze; *m* Auffangvorrichtung

Abb. 18
Unmittelbar druckender Walzenflachdruck-Vervielfältiger (Schwarz-Presse, Bauart 3)

a Formwalze mit aufgespanntem Zinkblech; *b* Gegendruckwalze; *c* Tisch; *d* Ablegefläche

Von den Plandruckgeräten ist der mit einer Glasfläche ausgestattete Opalograph am bekanntesten. Bei der Anwendung von Glasflächen als Druckform kann die Urschrift mit einer Tinte, die Galussäure, Eisensalze oder alkalische Flüssigkeiten enthält, angefertigt werden. Die leserichtige Urschrift wird während einer vorgeschriebenen Zeitdauer auf die Glasplatte aufgepreßt, die durch Überwischen mit einer Flüssigkeit vorbereitet wurde; diese kann Alaun und Traubenzucker enthalten. Als Entwicklerflüssigkeit kann Borsäure enthaltendes Glyzerin verwendet werden. Die Schriftstellen nehmen beim Einfärben mit einer Fettwalze Fett an, die übrigen stoßen es ab. Das auf die Flachdruckform aufgepreßte Vervielfältigungspapier erhält von dem spiegelbildlichen Umdruck der Formplatte einen Fettfarbenabdruck. Vor jedem Abzug wird die Farbe auf die Glasplatte wieder frisch aufgewalzt.

Im Gegensatz zu den Formplatten aus Stein und Metall kann hier die Glasplatte ohne Abschleifen und Abnutzung immer wieder von neuem verwendet werden. Das Verfahren hat aber den Nachteil, daß es langsamer arbeitet als die Walzengeräte.

Der Walzenflachdruck läßt überaus hohe Druckgeschwindigkeiten zu. Die Geschwindigkeit der von der Papierrolle druckenden Geräte ist nur begrenzt von der Höchstgeschwindigkeit, mit der die Messer das Papier noch mit Sicherheit schneiden können. Gelingt es, die Geschwindigkeit des Messerschnittes zu steigern, so werden diese Maschinen noch weit schneller laufen können. Auf der mit der Papierrolle arbeitenden Rotaprint-Maschine können 6000 Quartabzüge in 1 h angefertigt werden. Ebenso ist die Geschwindigkeit derjenigen Maschinen, die Papierbogen vom Stapel greifen und auf Stapel legen, nur von der Geschwindigkeit abhängig, mit der die Stapelgreifer und -leger mit Sicherheit arbeiten. Aber gelänge es auch, deren Geschwindigkeit wesentlich zu steigern, so ist man immer noch sehr weit entfernt von der Höchstgeschwindigkeit des Druckvorgangs.

Abb. 19
Mittelbar druckender Walzenflachdruck-Vervielfältiger (Gummidruck oder Offset) Rotaprint; Papier von der Rolle laufend.

a Gummi- oder Umdruckwalze
b Gegendruckwalze
c Formwalze
d Papierrolle
e Farbwerk
f Feuchtwerk
g schwingendes Messer
h, *i* Förderwalzen
k Ablegetisch

Die Walzenflachdruck-Vervielfältiger werden mittelbar und unmittelbar druckend ausgeführt. Ein Beispiel für eine unmittelbar druckende Walzenflachdruck-Maschine, die Schwarz-Presse, zeigt Abb. 18.

Von den beiden großen Walzen *a* und *b* ist *a* die Formwalze, auf der als Druckform ein Zinkblech aufgespannt wird, und *b* die Gegendruckwalze. Ein auf dem Tisch *c* gegen die Walze *b* geschobener Papierbogen wird von Greifern der Gegendruckwalze *b* erfaßt, an der Druckformwalze *a* vorbeigeführt, bedruckt und über die Ablegefläche *d* hinweg der Ablegevorrichtung zugeführt. Die Formplatte *a* wird durch ein Feuchtwerk befeuchtet und durch ein Farbwerk eingefärbt. Die Druckform wird entweder seitenverkehrt mit Fettfarben beschriftet oder mit einem Umdruck der Vorlage versehen, oder es wird eine einseitig beschriftete oder gezeichnete Vorlage photomechanisch auf eine Formplatte übertragen, die mit einer lichtempfindlich gemachten Gummiarabikumschicht überzogen ist. Das Spiegelbild der Formplatte *a* druckt sich leserichtig auf die Papierbogen ab.

Eine mittelbar druckende Flachdruckmaschine (Gummidruck- oder Offsetmaschine), die für hohe Stundenleistung von der Papierrolle arbeitet, bei üblichen Geschwindigkeiten Papierbogen vom Stapel greift, ist die Rotaprintmaschine, Abb. 19. Eine Ausführung mit Stapelgriff zeigt Abb. 20.

Die Gegendruckwalze *b*, Abb. 19, preßt hier das von der Rolle *d* kommende Papier gegen die Gummi- oder Umdruckwalze *a*, die ihren Umdruck von der auf der Formwalze *c* aufgespannten Flachdruckform erhält. Die Flachdruckform wird durch das Farbwerk *e* eingefärbt und das Feuchtwerk *f* gefeuchtet. Das bedruckte Papier wird zwischen den Klingen des schwingenden Messers *g* hindurchgeführt, von ihnen zerschnitten und hierauf durch die beiden Förderwalzen *h* und *i* auf den Ablegetisch *k* geleitet. Als Flachdruckform wird ein rückseitig mit Papier beklebtes, etwa 0,07 mm dickes Aluminiumblatt verwendet. Es läßt sich entweder in der Schreibmaschine mit einem Fettfarbband wie ein Blatt Papier leserichtig beschreiben, oder mit einer Tinte, die Fettlösungen enthält, leserichtig beschriften und mit Zeichnungen versehen. Bilder eines Rasternegativs, einer Sepialichtpause oder einer gewöhnlichen technischen Pause lassen sich leserichtig mit einem lichtempfindlichen Eiweißpräparat auf das Metallblatt bringen. Während bei Anwendung dicker Metallplatten auf diese ein neues Bild nur durch Vernichtung des alten aufgebracht werden kann, werden beim Rotaprint-Verfahren die Metallblätter gewöhnlich nur für ein einziges Bild benutzt, obwohl auch hier die wiederholte Verwendung eines Metallblattes möglich ist. Das Metallblatt kann nach dem Druck wie ein Blatt Papier in einen Briefordner eingeordnet werden und ist dann nach Jahren jeden Augenblick wieder druckbereit. Die mit Schrift und Bild versehenen Flachdruck-Vervielfältigungen wetteifern mit den besten Steindrucken und gehören zu den Gipfelleistungen der Bureaumaschinentechnik.

Unmittelbar arbeitende Planflachdruck-Vervielfältiger baut die Firma Opalograph Co., Berlin. Unmittelbar arbeitende Walzenflachdruck-Vervielfältiger baut die Firma Schwarz-Presse, Berlin, Offset-Walzenflachdruck-Vervielfältiger die Firma Rotaprint, A.-G. (früher Deutsche Maschinenbau- und Vertriebs-Gesellschaft), Berlin. [B 996]

Abb. 20
Mittelbar druckender Walzenflachdruck-Vervielfältiger (Gummidruck) Rotaprint mit Stapelgreifer.

Das Temperaturfeld über einer lotrecht stehenden geheizten Platte

Von Wilhelm Nußelt, München, und Walter Jürges, Ludwigshafen a. Rh.

Das Temperaturfeld in der Luft über der Platte wurde mit Hilfe von Thermoelementen gemessen und daraus die Wärmeübergangszahl abgeleitet. Sie nimmt umgekehrt proportional mit der 4. Wurzel des Abstandes von der Unterkante der Platte nach oben ab. Das gemessene Temperaturfeld wird mit dem nach der verbesserten Lorenzschen Theorie berechneten verglichen. Aus dieser wird auch der Verlauf der Luftströmung über der Platte abgeleitet.

Ermittelt man die Wärmeabgabe eines heißen Körpers durch die Messung der ihm zugeführten Heizenergie, so erhält man die von seiner Oberfläche an die mgebung insgesamt abgegebene Wärme. Wenn auch mit er daraus abgeleiteten Wärmeübergangszahl das Bedürfis für viele Zwecke befriedigt ist, so gibt sie doch nicht uf alle den Wärmeübergang betreffenden Fragen Antort. Sieht man von der Trennung der gesamten Wärmebgabe in die durch Strahlung und in die durch Leitung bgegebene Wärme ganz ab, so bleibt immer noch die rage offen, wie sich die abgegebene Wärme auf die einelnen Gebiete der Oberfläche verteilt.

Wenn der Körper keine einspringenden Ecken hat, ird bei räumlich konstanter Oberflächentemperatur von edem Teilchen der Oberfläche des im Raum aufgehängten örpers die gleiche Wärmemenge durch Strahlung abegeben. Dagegen sind die durch Wärmeleitung an die uhende Raumluft abgeführten Wärmemengen sicher sehr erschieden. Diese Ungleichheit ist für manche technischen nwendungen wichtig. So hat eine isolierte Dampfleitung n verschiedenen Stellen des Umfangs ungleiche Oberächentemperatur und ungleiche Wärmeabgabe. Wenn man ie Güte der Isolierung einer Dampfleitung mit einem chmidtschen Wärmeflußmesser ermitteln will, muß man aher an verschiedenen Stellen der Oberfläche messen.

Die Messung des Temperaturfeldes in der Umgebung es heißen Körpers gestattet dagegen, die Änderung des Wärmeflusses längs der Oberfläche zu verfolgen. Aus er Temperaturverteilung auf einer Normalen zur Oberäche folgt das Temperaturgefälle an der Oberfläche des örpers. Diesem ist die Wärmeabgabe auf die Flächeninheit der Oberfläche proportional.

Ray[1]) hat an einem wagerechten geheizten Kupferohr das Temperaturfeld in der umgebenden Luft ermittelt. as Rohr hatte 14,4 mm Dmr. und wurde auf 223 °C geeizt. In Abb. 1 ist das Temperaturfeld durch Isothermen argestellt. Da dies die einzige Mitteilung über die Meßrgebnisse ist, so können keine quantitativen Schlüsse darus gezogen werden. Immerhin kann man zwei wichtige olgerungen aus dem Bild ablesen: Der radiale Wärmeuß ist umgekehrt proportional dem Abstande benachbarter sothermen. Beginnt man die Betrachtung an der unteren eite des Rohres und verfolgt man die Größe dieser Abtände längs der Rohroberfläche bis zur höchsten Stelle es Rohrquerschnittes, so erkennt man, daß die Wärmebergangszahl unten größer als oben ist, daß sie aber nicht auernd längs des Umfangs abnimmt, sondern zunächst zuimmt, um dann erst zu sinken. Das Höchstmaß der Wärmebgabe tritt nicht an der tiefsten Stelle des Rohrquerchnittes ein, sondern in der Mitte des nach unten geichteten Quadranten.

Während unterhalb der durch die Rohrmitte gehenden Vagerechten die Isothermen des Temperaturfeldes anenähert Kreise sind, nehmen sie im oberen Teil in gröerem Abstand vom Rohr eine ganz andere Gestalt an. as ist nur durch eine Ablösung des am Rohr aufsteigenen Luftstromes von der Rohrwand zu erklären. Oberhalb es Rohres bildet sich ein Luftwirbelpaar aus, und in er lotrechten Achse des Rohrquerschnittes strömt die uft nicht nur von unten, sondern auch von oben gegen as Rohr.

Die Isothermen im oberen Teil des Rohrquerschnittes ürften übrigens nicht richtig gezeichnet sein. Betrachtet an den Temperaturverlauf auf dem oberen Ast der senkechten Mittellinie des Rohrquerschnittes, so muß die emperatur von der gezeichneten Isotherme von 79 ° stetig uf die Temperatur der ebenfalls gezeichneten Isotherme

Abb. 1
Temperaturfeld um einen geheizten Zylinder nach Ray.

von 37 ° abnehmen. Es müssen also auf diesem Strahl Punkte mit Temperaturen von 66 ° und 51 ° liegen, für die Isothermen eingezeichnet sind, die stumpf im Raum endigen. Dasselbe gilt für benachbarte Strahlen. Die Isothermen von 66 ° und 51 ° können deshalb nicht so stumpf, wie sie gezeichnet sind, endigen, sondern sie müssen sich auch schließen. Jede Isotherme mit einer Temperatur, die zwischen der Temperatur der Rohroberfläche von 223 ° und der Lufttemperatur von 23 ° liegt, muß eine geschlossene Kurve sein, die das Rohr umschließt. Es gibt aber zwei Arten von solchen Isothermen. Die dem Rohr zunächst liegenden Isothermen sind kreisförmige Kurven mit einem Höchst- und einem Mindestwert. Die außen liegenden Isothermen müssen zwei Höchstwerte und zwei Mindestwerte haben.

Die Messung des Temperaturfeldes

Im folgenden berichten wir über Versuche, bei denen das Temperaturfeld über einer geheizten, lotrecht stehenden Platte gemessen wurde. Daraus wird das wichtige Ergebnis abgeleitet, daß die Wärmeabgabe eines Flächenteilchens der Platte umgekehrt proportional der vierten Wurzel seines Abstandes von der Unterkante der Platte ist. Daran anschließend wird das Temperatur- und das Geschwindigkeitsfeld theoretisch ermittelt.

Als Heizkörper diente eine 5 mm dicke, quadratische Kupferplatte von 0,5 m Seitenlänge. Sie war eben gehobelt, blank poliert und vernickelt worden und bildete die eine Seite eines eisernen Kastens, der mit Dampf geheizt wurde. Dampfdruck und Dampftemperatur wurden gemessen. Die Platte wurde in einem Zimmer von 100 m³ Inhalt auf einem Tisch senkrecht aufgestellt und oben und unten durch Pappscheiben verlängert, damit die Raumluft glatt zu- und abströmen konnte.

[1]) Ray, Free and forced convection from heated cylinders in air, roc. Indian Assoc. Cultiv. of Science, Calcutta, Bd. 6 (1920) S. 95.

Das Thermoelement zur Bestimmung des Temperaturfeldes bestand aus Kupfer- und Konstantandrähten von 0,015 mm Dmr. Die beiden genau parallel liegenden Drahtenden wurden auf 2 mm Länge unter dem Mikroskop zusammengelötet. Dies geschah mit einem winzigen Teilchen von Zinn, das in einer ganz kleinen Flamme zum Schmelzen gebracht wurde. Die Lötstelle bekam so eine Dicke von 0,02 mm. Dieses Thermoelement wurde straff über eine Hartgummigabel gespannt. Von hier führten Drähte aus den gleichen Metallen, aber von 0,5 mm Dmr. zur zweiten Lötstelle und zum Galvanometer. Als solches diente ein Bändchengerät von Siemens & Halske von 90 Ω Widerstand und einem Meßbereich von 4 Millivolt. Die Temperaturen der Verbindungsstellen der dünnen und dicken Drähte des Thermoelementes wurden durch Thermometer gemessen und so die hier entstehende Thermokraft ermittelt. Um diese wurde der Ausschlag am Galvanometer berichtigt.

An einem massigen Ständer, der vollkommen erschütterungsfrei aufgestellt war, wurde in verschiedenen Gelenken ein Mikroskop und unter diesem, durch ein Mikrometer geführt, die Gabel mit dem Thermoelement gelagert. Das Mikroskop war so aufgestellt, daß die Beobachtungsrichtung möglichst parallel zur Wand war. Es hatte einen Raster, mit dem man die Verschiebung des Thermoelementes feststellte. Die Entfernung der Lötstelle von der Wand wurde in der Weise gemessen, daß zunächst das Thermoelement mit der Feinverstellung des Mikrometers bis an die Wand geführt wurde. Die Berührung des Thermoelementes mit der Wand konnten wir durch das Mikroskop genau beobachten. Außerdem war in der vernickelten Platte das Spiegelbild des Thermoelementes zu sehen. Dann wurde das Thermoelement schrittweise zurückbewegt, schließlich die Entfernung am Mikrometer abgelesen und die Thermokraft gemessen.

Die Temperaturmessung wurde bis auf eine Entfernung von 0,025 mm von der Wand durchgeführt. Um zu prüfen, wie weit ein Thermoelement vom Durchmesser d an die Wand herangeführt werden darf, ohne von ihr beeinflußt zu werden, muß man den Wirkungsbereich eines Temperaturfeldes am Thermoelement prüfen. Nimmt man an, daß der Temperaturabfall in einer am Draht haftenden ruhenden Luftschicht von der Dicke Δ erfolgt, so gilt für den Wärmeabfluß vom Thermoelement die Beziehung

$$\alpha \, d \pi = \frac{\lambda}{\Delta} d\pi \quad \ldots \ldots \quad (1),$$

wenn α die Wärmeübergangszahl und λ die Wärmeleitzahl ist. Aus Gl. (1) folgt der Wirkungsbereich des Thermoelementes

$$\Delta = \frac{\lambda}{\alpha} \quad \ldots \ldots \quad (2).$$

Für α kann näherungsweise[2]) gesetzt werden

$$\alpha = \frac{0{,}04}{d} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Damit wird

$$\Delta = \frac{\lambda \, d}{0{,}04} \quad \ldots \ldots \quad (2a)$$

und mit $d = 20 \cdot 10^{-6}$ m und $\lambda = 0{,}02$ kcal/m² h °C

$$\Delta = 10 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0{,}01 \text{ mm} \quad \ldots \ldots \quad (2b)$$

Da bei 0,025 mm Abstand des Thermoelementes von der Wand der Luftraum zwischen Wand und Drahtoberfläche noch 0,015 mm beträgt, so dürfte diese Entfernung die Grenze darstellen, bei der noch eine genaue Temperaturmessung der Luft möglich ist.

Das Temperaturgefälle in der Kupferplatte konnte vernachlässigt werden. Die äußere Oberflächentemperatur der Kupferplatte wurde gleich der Dampftemperatur gesetzt, die Lufttemperatur in der Höhe des Mittelpunktes der Platte gemessen.

Die Wandtemperatur betrug bei allen Versuchen 99,8 °, der mittlere Barometerstand der Raumluft 755,7 mm Q.-S. (0 °C) und die mittlere relative Feuchtigkeit 60 vH.

Zahlentafel 1 enthält die Ergebnisse von neun Versuchsreihen. Sie waren zunächst als Vorversuche gedacht und wurden im Sommersemester 1924 im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe ausgeführt. Wegen des Wegzuges der beiden Berichterstatter von Karlsruhe konnten weitere Versuche nicht angestellt werden. Sämtliche Temperaturmessungen wurden in der lotrechten Ebene durch den Mittelpunkt der Versuchsplatte vorgenommen. In neun verschiedenen Abständen y von der Unterkante der Platte wurde der Temperaturverlauf der Luft auf einer Normalen zur Platte gemessen. Diese Ergebnisse sind außerdem in Abb. 2 dargestellt. Die Kurven zeigen den Temperaturverlauf auf der Normalen zur Wand in verschiedenen Höhen.

Man erkennt zunächst, daß das Temperaturfeld sich nur auf eine 20 mm dicke Luftschicht über der Platte erstreckt. In der Nähe der Wand erwärmt sich ein aufsteigendes Luftteilchen sehr rasch auf die Wandtemperatur. Je weiter ein Luftteilchen von der Wand aufsteigt, um so später erreicht es seine höchste Temperatur.

Die örtliche Veränderung der Wärmeübergangszahl über der Platte

Aus diesem Temperaturfeld kann nun sehr einfach die durch Leitung von der Wand abgegebene Wärme ermittelt werden. Man entnimmt der in vergrößertem Maßstab ge-

[2]) Nußelt, Die Wärmeleitfähigkeit von Wärmeisolierstoffen. Forschungsarb., herausgeg. vom Verein deutscher Ingenieure, Heft 63 und 64 S. 26.

Zahlentafel 1. Gemessenes Temperaturfeld über der Platte.

Abstand y von der Unterkante der Platte in cm																	
0,1		0,35		1,4		5,3		25.2		28,0		42,5		47,5		48,8	
Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C	Abstand mm	t °C
0,025	97,6	0,030	98,6	0,035	98,8	0,030	99,3	0,035	99,2	0,040	99,2	0,030	99,2	0,035	99,3	0,030	99,4
0,030	97,6	0,040	97,8	0,045	98,4	0,040	98,8	0,055	98,8	0,050	99,0	0,040	99,1	0,055	99,2	0,050	99,0
0,035	97,1	0,060	97,0	0,055	98,0	0,050	98,6	0,075	98,6	0,060	98,8	0,060	98,9	0,075	98,9	0,070	98,9
0,045	96,4	0,080	96,4	0,075	97,6	0,070	98,4	0,105	98,0	0,070	98,8	0,080	98,6	0,105	98,5	0,080	98,7
0,055	95,8	0,100	95,4	0,105	96,5	0,100	97,8	0,155	97,6	0,090	98,6	0,100	98,3	0,255	97,2	0,100	98,5
0,075	95,3	0,150	94,1	0,205	93,9	0,150	96,4	0,255	96,2	0,150	97,7	0,200	97,1	0,505	94,1	0,150	97,7
0,085	94,8	0,300	89,9	0,305	91,2	0,250	94,3	0,505	93,3	0,250	96,0	0,500	93,2	1,005	89,4	0,200	96,5
0,105	94,2	0,500	85,2	0,505	88,0	0,350	93,1	0,755	90,8	0,500	93,5	0,750	90,4	1,505	85,0	0,500	93,8
0,155	91,9	0,750	80,1	0,705	83,7	0,500	90,9	1,005	88,0	0,750	90,7	1,000	88,2	2,005	80,9	1,000	88,6
0,205	89,8	1,000	73,7	1,005	78,5	0,750	86,4	1,505	83,7	1,00	87,9	1,50	83,1	3,005	72,8	2,000	79,8
0,305	87,5	1,25	66,2	1,505	70,1	1,000	83,0	2,505	73,6	1,50	83,4	3,00	71,9	5,005	56,3	3,00	71,1
0,505	81,6	1,50	60,3	2,005	59,8	1,500	76,4	3,505	62,8	3,00	72,5	5,00	50,4	8,005	43,2	5,00	36,2
0,705	75,8	2,00	49,8	2,505	50,1	2,00	70,1	5,005	49,9	5,00	50,2	7,50	40,5	10,005	39,0	10,00	36,2
1,005	63,1	2,50	38,1	4,005	36,1	3,00	55,9	7,508	40,1	7,50	41,0	10,00	35,8	20,005	31,5	20,00	28,9
1,155	58,0	3,00	33,8	6,005	31,9	4,00	46,2	10,00	34,0	10,00	36,1	15,00	30,0	∞	30,8	∞	27,4
1,305	53,6	5,00	27,7	∞	30,0	5,00	38,1	20,00	26,0	15,00	30,4	∞	26,3				
1,805	40,7	∞	24,8			7,00	32,7	∞	25,2	∞	26,7						
2,505	32,1					∞	29,7										
4,005	25,3																
6,005	21,2																
∞	19,1																

Abb. 2
Gemessenes Temperaturfeld.
x Abstand von der Wand

Abb. 3
Auf gleiche Raumtemperatur umgerechnetes Temperaturfeld.
x Abstand von der Wand

eichneten Abb. 2 die Neigung der Temperaturkurven an der Oberfläche der Wand, also beim Abstand $x = 0$. Bezeichnet man mit t die Lufttemperatur, so ist das Temperaturgefälle $-\frac{\partial t}{\partial x}$. Ist $\lambda = 0{,}0263$ die Wärmeleitzahl der Luft bei der Wandtemperatur[3]), ist t_w die Temperatur der Wand und t_0 die Temperatur der Umgebung, so ist, wenn man noch mit α die Wärmeübergangszahl bezeichnet, die auf die Flächeneinheit von der Wand durch Leitung abgegebene Wärme

$$\alpha (t_w - t_0) = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Für die örtliche Wärmeübergangszahl gilt also

$$\alpha = -\frac{\lambda \frac{\partial t}{\partial x}}{t_w - t_0} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Die aus dem gemessenen Temperaturfeld mittels Gl. (5) abgeleiteten Wärmeübergangszahlen sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Man erkennt aus Zahlentafel 2, wie in der Höhenrichtung der Wand die Wärmeübergangszahl und damit die abgeleitete Wärme abnimmt.

Die Versuche erstreckten sich über die ganze Dauer eines Sommers; sie konnten deshalb nicht bei derselben

[3]) Nußelt, Das Grundgesetz des Wärmeüberganges, Gesundheitsing. Bd. 38 (1915) S. 491.

Zahlentafel 2
Veränderung der Wärmeübergangszahl längs der Höhe der Wand

Abstand der Meßstelle von der Unterkante der Wand y	Temperaturgefäll an der Wand $-\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{x=0} \cdot 10^{-4}$	Wärmeübergangszahl α
cm	°C/m	kcal/m² h °C
0,1	8,05	26,25
0,35	4,62	16,20
1,4	3,09	11,63
5,3	2,22	8,33
25,2	1,75	6,17
28,0	1,52	5,47
42,5	1,59	5,69
47,5	1,19	4,53
48,8	1,40	5,09

Raumtemperatur ausgeführt werden. Eine weitere Verarbeitung der Versuchsergebnisse erfordert daher ihre Umrechnung auf die gleiche Lufttemperatur. Dies läßt sich nicht ohne eine Annahme ausführen. Es wurden dazu die weiter unten abgeleiteten Gleichungen (23) und (24) benutzt, d. h. es wurde die für die Mitteltemperatur längs der Höhe der Wand berechnete Beziehung auf das ganze Temperaturfeld ausgedehnt.

Ist

t_w die Wandtemperatur,

$t' = f_1(x')$ der gemessene Temperaturverlauf auf einer Normalen zur Wand bei der Raumtemperatur t_0' des Versuches, und ist

$t'' = f_2(x'')$ der aus t' abgeleitete Temperaturverlauf bei der Lufttemperatur t_0'',

Zahlentafel 3
Temperaturfeld über der Platte, umgerechnet auf gleiche Raumtemperatur.

$y = 0{,}1$ cm		$y = 0{,}35$ cm		$y = 1{,}4$ cm		$y = 5{,}3$ cm		$y = 25{,}2$ cm	
x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C
0,049	96,4	0,213	90,25	0,313	89,5	0,259	93,8	0,218	96,1
0,125	90,9	1,007	73,97	0,988	79,8	0,990	82,3	2,011	79,2
1,025	66,7	2,013	50,77	1,977	57,9	1,979	67,8	3,016	68,8
2,050	43,3	3,020	37,23	2,965	38,6	2,969	53,8	4,021	58,6
3,075	35,9	4,026	32,26	3,953	33,1	3,958	41,8	5,027	51,7
4,100	32,3	5,033	29,53	4,942	30,4	4,948	35,6	6,032	46,4
5,125	30,1	7,046	27,09	6,918	27,5	5,938	32,1	8,042	39,8
6,150	28,6	8,555	26,70	8,895	26,7	6,927	29,8	10,053	35,3
8,200	27,1	∞	26,70	∞	26,7	7,917	28,4	12,064	32,5
9,738	26,7					9,896	26,9	14,074	30,4
∞	26,7					11,380	26,7	16,085	29,0
						∞	26,7	19,101	27,7
								22,117	27,0
								24,630	26,7
								∞	26,7

$y = 28{,}0$ cm		$y = 42{,}5$ cm		$y = 47{,}5$ cm		$y = 48{,}8$ cm	
x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C	x'' mm	t'' °C
0,250	96,0	0,239	96,0	0,149	97,9	0,128	98,0
2,0	76,4	2,003	78,1	1,971	79,6	1,995	79,4
3,0	66,0	3,004	67,4	2,957	70,9	2,993	70,8
4,0	57,1	4,006	57,3	3,943	62,1	3,990	62,9
5,0	50,5	5,007	50,6	4,928	54,2	4,988	55,8
6,0	46,0	6,008	46,1	5,914	47,9	5,986	49,9
8,0	40,0	8,011	40,0	7,885	39,8	7,981	41,5
10,0	36,1	10,014	36,1	9,857	35,6	9,976	36,6
13,0	32,1	13,018	32,2	12,814	31,5	12,969	32,5
16,0	29,7	16,022	29,6	15,771	29,1	15,962	30,1
19,0	28,2	19,027	28,0	18,728	27,8	18,954	28,6
22,0	27,3	22,031	27,1	21,685	27,0	21,947	27,6
25,0	26,8	27,038	26,7	24,642	26,7	24,940	27,1
28,0	26,7	∞	26,7	∞	26,7	28,930	26,7
∞	26,7					∞	26,7

Abb. 4
Erwärmung der Luft längs der Platte.

Abb. 5
Isothermen im Temperaturfeld über der Platte.

so gelten die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} t'' - t_0'' &= (t' - t_0')\frac{t_w - t_0''}{t_w - t_0'} \\ \text{und} \quad x'' &= x'\sqrt[4]{\frac{t_w - t_0'}{t_w - t_0''}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (6).$$

Bezogen auf die mittlere Raumtemperatur von $t_0'' = 26{,}7°$ des Versuches, ergeben sich so die Temperaturen der Zahlentafel 3, die auch in Abb. 3 dargestellt sind. Daraus sind dann Abb. 4 und 5 abgeleitet, worin das Temperaturfeld über der Platte durch Kurven konstanten Abstandes von der Wand und durch Isothermen dargestellt ist.

Wie oben, wurde aus Abb. 3 wieder das Temperaturfeld an der Wand abgeleitet und daraus die örtliche Wärmeübergangszahl berechnet (s. Zahlentafel 4 und Abb. 6).

Zahlentafel 4
Veränderung der Wärmeübergangszahl längs der Höhe der Wand bei der konstanten Raumtemperatur von 26,7 °C.

y	$-\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{x=0} \cdot 10^{-4}$	α	
cm	°C/m	Versuch kcal/m² h °C	Formel Gl. (10) kcal/m² h °C
0,1	7,10	25,5	23,6
0,35	4,48	16,1	17,3
1,40	3,27	11,8	12,2
5,30	2,34	8,42	8,79
25,2	1,70	6,11	5,94
28,0	1,52	5,47	5,79
42,5	1,58	5,68	5,22
47,5	1,29	4,64	5,07
48,8	1,42	5,11	5,04

Es geht daraus hervor, daß längs der Höhe der Wand die Wärmeübergangszahl und damit die an die Luft abgeleitete Wärme stark veränderlich ist. Sie ist an der unteren Kante, wo die kalte Luft der Umgebung gegen die heiße Platte strömt, am größten und nimmt gegen das obere Ende der Platte stetig ab.

Durch graphische Integration über die Höhe $H = 0{,}5$ m der Platte erhält man die Wärme, die von einem in der Mitte der Platte liegenden Streifen in der Stunde an die Luft abgegeben wird. Ist b die Breite dieses Streifens, so ist

$$Q = \lambda\, b \int_0^H \left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{x=0} d\,y \quad \ldots\ldots (7).$$

Mit $\lambda = 0{,}0263$ kcal/m² h °C bei 99,8° wird

$$Q = 238\, b \text{ kcal/h} \quad \ldots\ldots (8).$$

Um die ganze von der Versuchsplatte an die Luft abgegebene Wärme auf diesem Wege genau ermitteln zu können, muß man die Temperaturverteilung an weiteren Stellen über der Plattenbreite messen. Es ist sicher, daß sich das Temperaturfeld mit der Lage der Meßebene ändert; doch dürften die Abweichungen von dem in der Symmetrieebene der Platte gemessenen Temperaturfeld nicht sehr groß sein. Sieht man davon in erster Annäherung ab, so erhält man, wenn man in Gl. (8) für b die Breite der Platte $B = 0{,}5$ m einsetzt,

$$Q = 119 \text{ kcal/h}$$

als Wärme, die die Versuchsplatte in der Stunde an die Umgebung durch Leitung abgibt. Die mittlere Wärmeübergangszahl für die Platte von der Fläche F wird damit

$$\alpha_m = \frac{Q}{F(t_w - t_0)} = \frac{119}{0{,}25 \cdot 73{,}1} = 6{,}51 \text{ kcal/m}^2\text{ h °C}.$$

Zum Vergleich werden diese Werte noch mit der Gleichung[4])

$$\alpha_m = 2{,}2\sqrt[4]{t_w - t_0} \quad \ldots\ldots (9)$$

berechnet. Sie liefert

$$\alpha_m = 2{,}2\sqrt[4]{99{,}8 - 26{,}7} = 6{,}42 \text{ kcal/m}^2\text{ h °C}$$

und damit

$$Q = 117{,}5 \text{ kcal/h}.$$

Die Übereinstimmung ist also recht befriedigend. Die in Abb. 6 veranschaulichte Änderung der Wärmeübergangszahl mit dem Abstand y von der unteren Kante der Platte läßt sich leicht durch eine Formel ausdrücken. Man findet

$$\alpha = \frac{4{,}21}{\sqrt[4]{y}} \text{ kcal/m}^2\text{ h °C} \quad \ldots\ldots (10),$$

in die y in m einzusetzen ist. Die nach dieser Formel berechneten Werte sind zum Vergleich mit den gemessenen in Zahlentafel 4 aufgenommen.

Mit dieser Gleichung kann nun auch die von der Platte abgegebene Wärme berechnet werden. Es wird

$$Q = B\,(t_w - t_0)\int_0^H \alpha\, d\,y = 121 \text{ kcal/h} \quad \ldots (11).$$

Dieser Wert stimmt mit dem unmittelbar bestimmten obigen Wert gut überein.

4) Nußelt, Forschungsheft 64 S. 82.

Abb. 6
Veränderlichkeit der Wärmeübergangszahl längs der Platte.

Bestimmt man eine mittlere Wärmeübergangszahl $\alpha_m|_0^y$ für den unteren Teil der Wand von der Höhe y durch den Ansatz

$$|\alpha_m|_0^y\, y = \int_0^y \alpha \, d\, y \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (12),$$

so wird

$$|\alpha_m|_0^y = \frac{5{,}61}{\sqrt[4]{y}} \text{ kcal/m}^2 \text{ h }^0\text{C} \quad . \; . \; . \; (13).$$

Daraus folgt z. B., daß die Wärme, die in der unteren Hälfte der Wand abgegeben wird,

$$\frac{0{,}5}{\sqrt[4]{0{,}5}} \cdot 100 = 59{,}5 \text{ vH}$$

der gesamten Wärmeabgabe der Platte durch Leitung ist.

Denkt man sich die geheizte Platte nach oben verlängert, so ändert sich auch das Temperaturfeld über dem unteren Teil. Nimmt man aber einmal willkürlich an, es bliebe konstant, und Gl. (13) gelte auch für den neuen Teil der Platte, deren Höhe H man sich nun veränderlich denken könnte, so erhält man für die mittlere Wärmeübergangszahl einer senkrechten Platte bei der Temperatur der Versuchsplatte von 99,8 ° die Gleichung

$$|\alpha_m|_0^H = \frac{5{,}61}{\sqrt[4]{H}} \text{ kcal/m}^2 \text{ h }^0\text{C} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (14)$$

Es ist immerhin beachtenswert, daß diese Gesetzmäßigkeit mit der Lorenzschen Gleichung, auf die wir unten zurückgreifen, übereinstimmt.

Für die folgenden Rechnungen ist es wichtig, aus dem gemessenen Temperaturfeld einen mittleren Temperaturverlauf zu berechnen. Es werde die mittlere Temperatur im Abstand x von der Platte bestimmt durch

$$t_m = \frac{1}{H} \int_0^H t \, d\, y \quad . \; . \; . \; . \; . \; (15).$$

Zahlentafel 5
Mittleres Temperaturfeld über der Platte.

Abstand von der Platte x cm	Mittlere Temperatur t_m °C
0,0	99,8
0,1	87,0
0,2	75,4
0,3	64,2
0,4	54,6
0,5	48,0
0,7	39,8
0,9	34,9
1,2	30,9
1,5	28,8
1,8	27,6
∞	26,7

Zahlentafel 5 und Abb. 7 enthalten die so gewonnene Temperaturverteilung auf einer Normalen zur Platte.

Abb. 7 Mittleres Temperaturfeld über der Platte.

Die Berechnung des Temperatur- und Geschwindigkeitsfeldes nach der verbesserten Lorenzschen Theorie.

Es war beabsichtigt, aus dem gemessenen Temperaturfeld das Geschwindigkeitsfeld abzuleiten, z. B. mittels der unten folgenden Gleichung (16 b). Sie ergibt, nach w aufgelöst, die Luftgeschwindigkeit an verschiedenen Stellen über der geheizten Platte. Leider waren die Versuche für diesen Weg nicht zahlreich und nicht genau genug. Zur angenäherten Lösung dieser Aufgabe griffen wir auf die alte Lorenzsche Theorie zurück, die etwas verbessert und erweitert sei.

Im Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld der Luft über einer geheizten, senkrecht stehenden Platte von der Höhe H und sehr großer Breite hängen die veränderlichen Größen nur vom Abstand x von der Platte und von der Entfernung y von der wagerechten Ebene durch die Unterkante der Platte ab. Es sei

t_w die Wandtemperatur,
t_0 die Lufttemperatur in großer Entfernung von der Platte,
$T_0 = t_0 + 273$,
$u = t - t_0$ die Übertemperatur der Luft,
w die Luftgeschwindigkeit parallel zur Platte,
g die Erdbeschleunigung,
λ die Wärmeleitzahl der Luft,
ϱ die Masse der Luft in der Raumeinheit,
c die spezifische Wärme der Masseneinheit der Luft bei konstantem Druck und
η die Zähigkeitszahl.

Setzt man eine geringe Übertemperatur u_w der Wand voraus, so lauten die Differentialgleichungen für das Geschwindigkeits- und Temperaturfeld

$$w \frac{\partial w}{\partial y} = g \frac{u}{T} + \frac{\eta}{\varrho} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad . \; . \; . \; . \; (16a)$$

und

$$w \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\lambda}{\varrho\, c} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (16b).$$

Lorenz[5]) setzt nun weiter voraus, daß die Luft, die mit der Umgebungstemperatur t_0 durch die Ebene $y = 0$ zur Platte strömt, sich sehr schnell erwärmt und dann mit dieser konstanten Temperatur an der Platte in die Höhe steigt. Er setzt also u nur als Funktion des Abstands x von der Platte an. Hauptsächlich zur Prüfung dieser grundlegenden Annahme der Lorenzschen Theorie wurden die oben mitgeteilten Versuche ausgeführt. Sie zeigen, daß sie nicht im entferntesten stimmt. Wenn man aber unter u nicht die wahre Übertemperatur der Luft versteht, sondern ihre mittlere Übertemperatur auf dem Wege längs der Platte, so zeigt der berechnete Temperaturverlauf eine gute Übereinstimmung mit dem in Abb. 7 dargestellten. Wenn u nur von x abhängt, ändert sich die Geschwindigkeit auch nur mit x.

Noch eine wichtige Annahme muß man machen, um zu dem Lorenzschen Ansatz zu kommen; das hat allerdings Lorenz nicht erwähnt. Durch die Ebene $y = 0$ strömt die Luft mit der Geschwindigkeit w aus der Umgebung zur Platte. Wenn die Luft dann durch die Ebene $y = H$ von der Platte abströmt, soll sie sofort wieder ihre an der Platte angenommene Übertemperatur u abgeben. Um die Luft beim Zuströmen zur Platte auf die Geschwindigkeit w zu bringen, muß dort gemäß der Bernoullischen Gleichung ein Unterdruck

$$\Delta p = \frac{w^2}{2} \varrho \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (17)$$

herrschen. Man muß nun annehmen, daß sich oberhalb der Platte dieser Vorgang umkehrbar wiederholt, um zu den Lorenzschen Differentialgleichungen zu gelangen, die also lauten

$$0 = g \frac{u}{T} + \frac{\eta}{\varrho} \frac{d^2 w}{d\, x^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (18a)$$

und

$$\frac{w\, u}{H} = \frac{\lambda}{\varrho\, c} \frac{d^2 u}{d\, x^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (18b).$$

Die Grenzbedingungen sind

$$\left.\begin{aligned} x &= 0 \quad & u &= u_w \;\text{ und }\; & w &= 0 \\ x &= \infty \quad & u &= 0 \quad\;\; „ & w &= 0 \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; (19).$$

Durch angenäherte Integration findet Lorenz für die von der Flächeneinheit der Wand abgegebene Wärme

$$Q = 0{,}548 \sqrt[4]{\frac{c\, g\, \varrho^2\, \lambda^3\, u_w^5}{\eta\, H\, T_0}} \quad . \quad (20)$$

[5]) Lorenz. Über das Leitungsvermögen der Metalle für Wärme und Elektrizität, Wied. Ann. Bd. 13 (1881) S. 582.

und für die mittlere Wärmeübergangzahl

$$\alpha_m = 0{,}548 \sqrt[4]{\frac{c\, g\, \varrho^2\, \lambda^3\, u_w}{\eta\, H\, T_0}} \quad \ldots\ldots \quad (21).$$

Nach der Grenzbedingung (19) hat die Luft an der Wand selbst und in großer Entfernung von ihr die Geschwindigkeit null. Da die Luft durch die Erwärmung einen Auftrieb erfährt, kann w nur positiv sein. Die Veränderung von w mit x kann deshalb nur eine Kurve ergeben, Abb. 8, die einen Wendepunkt haben muß. Aus Gl. (18 a) folgt, daß $\frac{d^2 w}{d x^2}$ im ganzen Bereich von x negativ sein muß, da u nur positiv ist. Für die in Abb. 8 dargestellte Kurve ist aber nur im linken Ast $\frac{d^2 w}{d x^2}$ negativ. Rechts vom Wendepunkt ist der zweite Differentialquotient positiv. Gl. (18 a) kann also keinen der Wirklichkeit entsprechenden Verlauf der Geschwindigkeit ergeben. Ihre Lösung verlangt im Wendepunkt der Geschwindigkeitskurve die Temperatur null und rechts davon negative Geschwindigkeit und negative Temperatur. Der Lorenzsche Ansatz führt also zu einem physikalisch unmöglichen Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld.

Nimmt man an, daß über der Platte die erzeugte Luftgeschwindigkeit w durch Wirbelung vernichtet wird, behält man aber die verlustlose Erzeugung der Luftgeschwindigkeit bei, so gelangt man zu

$$\frac{\varrho\, w^2}{2} = g\, \varrho\, H \frac{u}{T} + \eta\, H \frac{d^2 w}{d x^2} \quad \ldots\ldots \quad (22).$$

Die Differentialgleichung für u bleibt bestehen

$$\frac{w\, u}{H} = \frac{\lambda}{\varrho\, c} \frac{d^2 u}{d x^2} \quad \ldots\ldots \quad (18b).$$

Gl. (22) liefert eine der Wirklichkeit entsprechende Geschwindigkeitsverteilung.

Durch eine Koordinatentransformation kann man alle hier auftretenden Beiwerte bis auf einen ausscheiden.

Setzt man

$$u = u_w\, u', \quad x = \mu\, x', \quad w = \nu\, w' \quad \ldots \quad (23),$$

so wird mit

$$\mu = \sqrt[4]{\frac{\lambda\, \eta\, H\, T}{g\, \varrho^2\, c\, u_w}} \quad \text{und} \quad \nu = \sqrt{\frac{g\, \lambda\, H\, u_w}{c\, \eta\, T}} \quad \ldots \quad (24),$$

$$\frac{\lambda}{c\, \eta} \frac{w'^2}{2} = u' + \frac{d^2 w'}{d x'^2} \quad \ldots\ldots \quad (22a)$$

$$w'\, \vartheta' = \frac{d^2 u'}{d x'^2} \quad \ldots\ldots \quad (18c\ )$$

Setzt man noch

$$\frac{\lambda}{c\, \eta} = a \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

so enthalten die Differentialgleichungen

$$\frac{a\, w'^2}{2} = u' + \frac{d^2 w'}{d x'^2} \quad \ldots\ldots \quad (22b),$$

$$w'\, \vartheta' = \frac{d^2 u'}{d x'^2} \quad \ldots\ldots \quad (18c)$$

und die Grenzbedingungen

$$\left.\begin{array}{lll} x' = 0 & u' = 1 \text{ und } & w' = 0 \\ x' = \infty & u' = 0 \quad ,, & w' = 0 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (26)$$

nur den einen veränderlichen Beiwert a.

Für die angenäherte Integration ist es zweckmäßig, noch

$$z = 1 - e^{-x'} \quad \ldots\ldots \quad (26a)$$

einzuführen. Damit ergeben sich die Gleichungen

$$\frac{a\, w'^2}{2} = u' + \frac{d^2 w'}{d z^2}(1-z)^2 - \frac{d w'}{d z}(1-z) \quad \ldots \quad (27a),$$

$$w'\, u' = \frac{d^2 u'}{d z^2}(1-z)^2 - \frac{d u'}{d z}(1-z) \quad \ldots\ldots \quad (27b)$$

mit den Randbedingungen

$$\left.\begin{array}{lll} z = 0 & u' = 1 \text{ und } & w' = 0 \\ z = 1 & u' = 0 \quad ,, & w' = 0 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (28),$$

die sich durch Potenzreihenentwicklung leicht angenähert integrieren lassen. Dabei ergeben sich u' und w' nur abhängig von a.

Setzt man dabei

$$u' = 1 + A\, z + B\, z^2 + \ldots \quad (29),$$

so wird das Temperaturgefäll an der Wand

$$-\left|\frac{d u}{d x}\right|_{x=0} = -\frac{u_w}{\mu} A \quad \ldots \quad (30)$$

und damit die Wärmeübergangszahl

$$\alpha = -\frac{\lambda}{u_w} \frac{d u}{d x} = -\frac{\lambda\, A}{\mu} \quad \ldots \quad (31)$$

oder

$$\alpha = -A \sqrt[4]{\frac{g\, c\, \varrho^2\, \lambda^3\, u_w}{\eta\, H\, T_0}} \quad \ldots \quad (32).$$

Der Beiwert A ist dabei nach Zahlentafel 6 von $a = \frac{\lambda}{c\, \eta}$ abhängig.

Zahlentafel 6

a	$-A$
0	0,554
1	0,551
5	0,540
10	0,530
20	0,517
50	0,498
100	0,483
400	0,460

Früher[6]) war durch eine Ähnlichkeitsbetrachtung gezeigt worden, daß bei natürlicher Abkühlung eines Körpers die Wärmeübergangszahl oder der Bruch

$$A = \frac{\alpha\, H}{\lambda} \quad \ldots\ldots \quad (33a)$$

nur von den beiden Brüchen

$$B = \frac{H^3\, \varrho^2\, g\, u_w}{\eta^2\, T_0} \quad \text{und} \quad C = \frac{\lambda}{c\, \eta} \quad \ldots\ldots \quad (33b)$$

abhängt. Für die Abkühlung einer Platte ist dieser Zusammenhang unter den angegebenen Voraussetzungen hiermit zum ersten Male festgestellt.

[6]) Nußelt, Das Grundgesetz des Wärmeüberganges, „Gesundheitsingenieur" Bd. 38 (1915) S. 491.

Abb. 8 Temperatur und Geschwindigkeitsverlauf über der Platte.

Zahlentafel 7
Berechnetes Temperatur- und Geschwindigkeitsfeld

x'	x mm	t °C	w m/s
0	0	99,8	0
0,1	0,333	96,0	0,075
0,2	0,667	92,1	0,137
0,3	1,001	88,2	0,188
0,4	1,335	84,3	0,229
0,5	1,669	80,6	0,261
0,6	2,002	77,0	0,284
0,7	2,336	73,6	0,305
0,8	2,670	70,3	0,309
0,9	3,004	67,2	0,313
1,0	3,337	64,2	0,311
1,1	3,671	61,3	0,306
1,3	4,339	56,0	0,286
1,5	5,006	51,5	0,262
2,0	6,675	42,7	0,194
2,5	8,344	36,7	0,128
3,0	10,012	32,9	0,083
3,5	11,681	30,5	0,051
4,0	13,350	29,1	0,032
4,5	15,018	28,1	0,020
5,0	16,687	27,5	0,012
5,5	18,356	27,2	0,008

Diese Lösung soll nun noch mit den Werten des Versuches verglichen werden. Die Anwendung von Gl. (32) ergibt $a = 1,24$, $A = -0,550$ und damit $\alpha = 3,98$ kcal/m²h °C. Dieser Wert ist um 37 vH kleiner als der durch den Versuch gewonnene Wert.

Für die Verhältnisse des Versuches soll nun noch das Temperatur- und das Geschwindigkeitsfeld berechnet werden. Dafür ist

$$a = 1,24, \quad \mu = 0,003\,34 \text{ m} \quad \text{und} \quad \nu = 1,276 \text{ m/s}.$$

Zahlentafel 7 enthält die damit berechneten Werte von t und w. Diese Werte sind noch mit der mittleren Temperatur nach Zahlentafel 5 in Abb. 8 eingezeichnet.

Man sieht daraus, daß die so erweiterte Lorenzsche Theorie die wirklichen Verhältnisse leidlich gut wiedergibt. Aufgabe weiterer Rechnungen ist es, die durch den Versuch gefundene Abhängigkeit der Lufttemperatur vom Abstand y von der unteren Plattenkante rechnerisch zu verfolgen. Durch den Versuch muß man die Luftgeschwindigkeit bestimmen, um entscheiden zu können, ob die zu klein berechnete Wärmeübergangszahl von der Turbulenz des Luftstromes oder von der vereinfachenden Annahme bei der Durchführung der Rechnung herrührt. Hierbei müßte man noch die Fortsetzung des Temperatur- und Geschwindigkeitsfeldes oberhalb und unterhalb der Platte berücksichtigen. [B 1145]

Diesellokomotive mit Flüssigkeitsgetriebe, Bauart Schwartzkopff-Huwiler

Von Oberingenieur K. Vetter, Wildau

Nachdem die Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. L. Schwartzkopff, Berlin, seit einer Reihe von Jahren ein hydraulisches Übertragungsgetriebe, Bauart Schwartzkopff-Huwiler herausgebracht hat, das sich u. a. in der Papierindustrie für Drehzahlregelung bei Papiermaschinen und Kalandern gut bewährt hat, lag der Gedanke nahe, dieses Getriebe den Zwecken des Eisenbahnbetriebes dienstbar zu machen, zumal es eine stufenlose Steuerung gestattet.

Man entschloß sich, demnach zunächst eine Versuchs-Diesellokomotive mit diesem Getriebe herzustellen und sie vor allen Dingen in bezug auf gute Eignung des Getriebes für den Eisenbahnbetrieb eingehend zu prüfen.

Es wurde eine Lokomotive mit der Achsfolge 1 B gewählt. Als Antriebmaschine verwandte man einen gerade verfügbaren einfach wirkenden stehenden sechszylindrigen Viertakt-Dieselmotor, Bauart Görlitz, mit Kompressor zur Erzeugung von Druckluft für Anlassen und Brennstoffeinspritzung.

Die Hauptkonstruktionszahlen der Versuchslokomotive, Abb. 1 bis 3, betragen:

Spurweite	1 435	mm
Treibraddurchmesser	1 250	„
Kurbelkreisdurchmesser	500	„
Radstand	4 400	„
größte indizierte Leistung des Motors	220	PS
größte Zugkraft am Zughaken	5 000	kg
Leergewicht	42 000	„
Dienstgewicht	44 000	„
größte Länge	10 200	mm
größte Geschwindigkeit	40	km/h.

Der Motor a ist mit der am vorderen Ende der Lokomotive eingebauten Flüssigkeitspumpe des Getriebes (dem Pumpwerk) über eine vom Führerstand aus zu bedienende Reibkupplung b verbunden. So können im Bedarfsfall Getriebe und Motor getrennt werden. Die weiter auf dieser Welle befindliche feste Kupplung c hat den Zweck, das Herausnehmen des Pumpwerkes zu erleichtern.

Das Flüssigkeitsgetriebe besteht außer aus dem Pumpwerk d aus dem im Rahmen gelagerten Flüssigkeitsmotor (Treibwerk) e und dem zwischengeschalteten Drehschieber f.

Einer der Hauptvorzüge dieses Getriebes besteht in der eingangs erwähnten stufenlosen Schaltung, bei der eine stoßfreie Geschwindigkeitsregelung erzielt wird. Die Konstruktion des Getriebes ist bereits in Z. Bd. 71 (1927) S. 919 beschrieben. Es sei nur bemerkt, daß bei Verwendung des Getriebes auf Lokomotiven die Regelhülse nicht vollständig hereinschiebbar ist. Es bleibt auch im geschlossenen Zustand ein kleiner Arbeitsraum frei, groß genug, um den Eigenwiderstand der Lokomotive zu überwinden. Bei ganz herausgezogener Hülse hat der Arbeitsraum seinen größten Inhalt, so daß die Pumpenleistung und damit auch die Drehzahl des Motors ihren Höchstwert erreicht.

Zwischen diesen beiden äußersten Stellungen ist jede Zwischenstellung und damit auch jede gewünschte Geschwindigkeitsänderung der Lokomotive möglich. Die

Abb. 1 bis **3**

Diesellokomotive mit stufenlosem Flüssigkeitsgetriebe, Bauart Schwartzkopff-Huwiler.

a Dieselmotor
b Reibkupplung
c feste Kupplung
d Pumpwerk
e Treibwerk
f Drehschieber
g Kühler
h Lüfter
i schnellaufender Vierzylinder-Vergasermotor zum Antrieb der Lüfter und der Kühlwasser-Umlaufpumpe
k Kreiselpumpe
l kleiner Hilfsverdichter
m Luftflaschen
n Verteilkasten
o Handhebel für Drehschieberentlastung
p Handrad für Drehschieberumschaltung
q Handrad zum Schalten der Reibkupplung
r Führertisch

Regelhülse wird durch Druckluft verstellt, das zugehörige Druckluftsteuerventil ist auf dem Führertisch untergebracht. Der Dieselmotor selbst ist nicht umsteuerbar; man ist der Ansicht, daß für den Eisenbahnbetrieb vorläufig noch die anzustrebende Umsteuerbarkeit der Dieselmaschine nicht die genügende Sicherheit für die unbedingt nötige sofortige Richtungsänderung der Lokomotive bietet; deshalb ist für diesen Zweck ein Drehschieber eingeschaltet, der die Umlenkung der Flüssigkeitssäule und damit auch die Richtungsänderung der Treibwerkwelle und der Lokomotive vermittelt. Bei den Versuchsfahrten haben sich die Steuerorgane sehr gut betätigen lassen. Das mehr oder weniger zeitraubende Umsteuern des Dieselmotors fällt fort. Eine Drehbewegung am Handrad, ein Ruck am Hebel für den Entlastungsschieber genügen.

Der Wirkungsgrad dieses Getriebes ist dem andrer Flüssigkeitsgetriebe erheblich überlegen; Dauerversuche, die von der Technischen Hochschule in Dresden angestellt wurden, ergaben einen Wirkungsgrad von mehr als 82 vH[1]).

Aber auch bei der Lösung der Kühlerfrage, einer der wichtigsten Aufgaben bei Diesellokomotiven größerer Leistung, wurden neue Wege beschritten. Infolge der seitlichen Anordnung der acht Röhrenkühler *g* wurden lange winklige Luftkanäle vermieden, jeder Kühler wird dabei von einem besonderen Lüfter *h* unmittelbar beaufschlagt. Der Kühler hat neben der Rückkühlung des Hauptmotors auch das Getriebeöl zu kühlen, da von dessen Temperatur der Wirkungsgrad des ganzen Getriebes teilweise abhängig ist.

Die Ergebnisse, die man mit der Kühleranlage bei den Versuchsfahrten erreichte, waren überraschend gut, selbst bei Außentemperaturen von + 27 bis 28 °C betrug die höchste erreichte Kühlwassertemperatur an dem Zylinder 6 des Dieselmotors nur 71 °, die mittleren Temperaturen betrugen rd. 62 °.

Für den Antrieb der Lüfter und für die Kühlwasserumlaufpumpe hat man einen besonderen schnellaufenden Vierzylinder-Vergasermotor *i* an der Stirnwand des Maschinenraumes vorgesehen. Mit Rücksicht auf gleiche Brennstoffart wird man später besser einen kleinen Dieselmotor verwenden. Mit diesem Sondermotor erreicht man, daß bei längerem Halten und auf längeren Gefällen der Hauptmotor stillgesetzt werden kann, ohne daß die Rückkühlung unterbunden wird; für den notwendigen Wasserumlauf für die Kühlung des Flüssigkeitsgetriebes sorgt eine vom Hauptmotor angetriebene Kolbenpumpe.

Um weiter von einer ortfesten Druckluftanlage unabhängig zu sein, hat man einen kleinen Hilfsverdichter *l*, der Druckluft zum erstmaligen Anlassen des Hauptmotors liefert, durch ein ausschaltbares Vorgelege mit dem Hilfsmotor verbunden. Als Speicher für Anlaß- und Druckluft zur Brennstoffeinspritzung dienen die drei Luftflaschen *m*, die durch Rohrleitungen mit dem Verteilkasten *n* am Hauptmotor in Verbindung stehen.

Bei der Unterbringung der motorischen Ausrüstung ist besonderer Wert auf die Übersichtlichkeit, gute Zugänglichkeit und einfache Ausbaumöglichkeit gelegt. Aus diesem Grunde ist nur ein Führerstand vorgesehen, der aber für jede Fahrtrichtung einen Führertisch mit den notwendigen Steuergeräten enthält. Außer den Steuerventilen für die Regelhülsen von Flüssigkeitspumpe und -motor ist vorhanden je ein Führerbremsventil, ein Geschwindigkeitsmesser, ein Drehzahlzeiger für den Motor, Bremsmanometer, Anzeigevorrichtungen für Stellung der Regelhülsen sowie ein Zug für die Druckluftpfeife. Beim Umsteuern dient der Handhebel *o* für Drehschieberentlastung und das Handrad *p* für Drehschieberumschaltung; weiter ist das Handrad *q* zum Ein- und Ausschalten der Reibkupplung *b* vorgesehen. Die Übertragung des Antriebes vom Flüssigkeitsmotor auf die Achsen durch ein Rädervorgelege hat die Übersetzung 1 : 1,75.

Das Fassungsvermögen des Kühlwasserbehälters beträgt 1500 l, das des Brennstoffbehälters 600 l; mit diesen Vorräten kann die Lokomotive mit etwa 70 vH der Volleistung etwa 24 h Dienst tun.

Mit diesen Lokomotiven, deren äußere Erscheinung Abb. 4 veranschaulicht, wurden bereits ausgedehnte Versuchsfahrten ausgeführt. Zunächst auf dem etwa 500 m langen Versuchsgleis des Werkes, später auf einer in der Nähe befindlichen etwa 50 km langen Nebenbahnstrecke der Deutschen Reichsbahn. Von der eingleisigen Strecke liegen etwa 22 km in der Ebene, 14 km in der Steigung 8 vT, 14 km im Gefälle, die größten kürzeren Steigungen betragen 12 vT. In den Steigungen liegen gleichzeitig Krümmungen bis herab auf 300 m Halbmesser.

Die Probezüge durften den normalen Zugverkehr nicht stören und mußten genau nach einem besonderen Fahrplan durchgeführt werden mit einer reinen Fahrzeit von 3 h 10 min für Hin- und Rückfahrt, entsprechend 32 km/h mittlerer Geschwindigkeit.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 919.

Die angehängten Zuglasten betrugen 123 bis 150 t bei 9 bis 10 Wagen, zum größten Teil Durchgangwagen mit Endplattformen; dieser Zusammensetzung entsprechend war auch der Zugwiderstand verhältnismäßig groß. Fahrtechnisch ist die Strecke wegen der vielen schrankenlosen Übergänge als äußerst ungünstig zu bezeichnen. Um den Fahrplan einhalten zu können, mußte man im Gefäll und in der Ebene meist mit der größten Geschwindigkeit fahren.

Wenn nun auch bei den Versuchsfahrten der vorgehend erwähnte, im Laboratorium festgestellte Wirkungsgrad von über 82 vH an der ersten ausgeführten Lokomotive noch nicht ganz erreicht wurde, so zeigt der bei den Fahrten ermittelte Wert von 76 vH doch, daß schon jetzt die Frage der Kraftübertragung vom Dieselmotor zu den Achsen für mittlere und kleinere Leistungen etwa von 300 PS abwärts einwandfrei gelöst ist.

Die während der Versuchsfahrten vorgenommenen Messungen erstreckten sich auf die Aufnahme einer Reihe von Zugkraft-Schaulinien, auf die Beobachtung der zugehörigen Geschwindigkeiten für die Leistungsbestimmung, weiter auf den Brennstoff- und Schmierölverbrauch. Alle diese Messungen litten unter dem wenig elastischen Fahrplan, der unbedingt eingehalten werden mußte.

Die bei den verschiedenen Fahrten ermittelten Leistungen am Zughaken ergaben einen Mittelwert von 120 PS bei 210 PS mittlerer Motorleistung am Schwungrad. Zur Bestimmung der Lokomotivleistung am Radumfang wurde der Eigenwiderstand der Lokomotive mit etwa 7 kg/t durch Versuch festgestellt. Somit beträgt der Widerstand der Lokomotive 308 kg und die aufzubringende Leistung

$$N = \frac{308 \cdot 32}{270} = 36 \text{ PS}.$$

Abb. 4
Diesellokomotive mit Schwartzkopff-Huwiler-Getriebe.

Demnach würde die Lokomotivleistung am Radumfang 120 + 36 = 156 PS sein. Bei einem Verlust von 3 vH im Triebwerk ergibt sich die indizierte Leistung an der Vorgelegewelle zu etwa 160 PS und damit der Wirkungsgrad des Getriebes mit

$$\eta = \frac{160 \cdot 100}{210} = 76 \text{ vH}.$$

Als Brennstoff wurden durchschnittlich 39,2 kg/h rumänisches Gasöl gebraucht. Nimmt man als Verbrauch der Hilfsmaschine 2,8 kg/h an, so kann man als Gesamtverbrauch an Brennstoff etwa 42 kg/h rechnen und erhält damit den Brennstoffverbrauch für 1 PSh

$$\text{am Zughaken zu } \frac{42\,000}{120} = 350 \text{ g},$$

$$\text{am Radumfang zu } \frac{42\,000}{156} = 270 \text{ g und}$$

$$\text{an der Motorwelle zu } \frac{39\,200}{210} = 187 \text{ g}.$$

Wenn auch der Brennstoffverbrauch dieser Lokomotive ziemlich niedrig ist, besonders unter Berücksichtigung der Verwendung eines Dieselmotors älterer Bauart, so ist doch zu betonen, daß für die Aufstellung einer Wirtschaftlichkeitsberechnung die Brennstoffkosten nicht allein ausschlaggebend sind. Maßgebend ist vielmehr die Summe der einzelnen Kosten für den Betrieb, die sich zusammensetzt aus: Brennstoffkosten, Verzinsung und Abschreibung der Lokomotive, Löhnung der Lokomotivmannschaft, Unterhaltung, Schmierung, Wasserversorgung usw. sowie die Ausbesserkosten. [M 1024]

RUNDSCHAU

Eisenbahnwesen

Motortriebwagen für Arbeits- und Transport-Zwecke

Abb. 1
Motortriebwagen für Arbeitszwecke.

Die Deutsche Reichsbahn hat vor einiger Zeit einen neuartigen Arbeitswagen in Dienst gestellt, der von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird und außer 10 t Eigenladung noch eine Anzahl beladener Anhänger befördern kann.

Wie Abb. 1 zeigt, hat man einen gewöhnlichen X-Wagen mit einem Motor versehen, wobei man am einen Ende einen bremshausartigen Führerstand aufbaute, der von beiden Seiten durch Klapptüren zugänglich und vorn und hinten mit Schiebefenstern versehen ist, während die Türen kleine Fallfenster haben. Der Fußboden des Führerhauses ist um etwa die Höhe der Kastenwände erhöht, so daß auch lange Schienen befördert werden können, deren vordere Enden neben dem Führerhause liegen und darüber hinausreichen. Die entsprechenden Teile der vorderen Kastenwand sind von oben lose zwischen U-Eisen eingeschoben und werden zu diesem Zwecke herausgenommen. Die Türen des Führerstandes lassen sich dann noch frei über den Schienen öffnen.

Für den Entwurf der Maschinenanlage waren folgende Bedingungen gegeben: zunächst größte Einfachheit und Übersichtlichkeit, einfachste Bedienungsmöglichkeit, Höchstgeschwindigkeit etwa 40 km/h, hohe Anzugkraft. Als Normalleistung bei der Höchstgeschwindigkeit wurde verlangt, daß der vollbeladene Triebwagen noch einen beladenen Anhänger von 15 t Gesamtgewicht schleppen sollte.

Zum Antrieb dient ein gewöhnlicher vierzylindriger Lastwagenmotor, der bei 1200 Uml./min rd. 65 PS Bremsleistung hat. Die später noch zu erwähnenden Versuche haben gezeigt, daß mit dieser Maschinenleistung noch Zuggewichte von 100 t mühelos abgeschleppt werden können.

Mit Rücksicht auf die geringe Höchstgeschwindigkeit erhielt das besonders für diesen Zweck konstruierte Getriebe, Abb. 2, nur drei Geschwindigkeitsstufen (7, 15, 42 km/h), von denen die beiden ersten für den normalen Arbeitsbetrieb fast ausschließlich Verwendung finden, während die letzte benutzt wird, wenn der Wagen zur Arbeitsstelle fährt oder allein größere Entfernungen schnell zurückzulegen hat.

Abb. 4
Motor, Kupplung und Getriebe.

Großer Wert wurde auf eine leistungsfähige Motorkupplung gelegt, da der Arbeitsbetrieb im Gegensatze zum Fahrbetrieb auf offener Strecke ein besonders häufiges Verschieben, Umsetzen, Anschleppen usw., d. h. Umschalten des Getriebes erfordert, wobei jedesmal die Kupplung zu betätigen ist. Besonders beim Anziehen muß die Kupplung große Reibungsarbeit aufnehmen können. Zwischen Motor und Getriebe wurde daher eine übermäßig groß bemessene Lamellenkupplung eingebaut, die auch noch bei 100 t Zuggewicht ein vollkommen ruckfreies Anfahren gestattet.

Die hinten liegende Treibachse, Abb. 3, erhält ihren Antrieb mittels einer Teleskop-Gelenkwelle durch einfachen Kegelantrieb, dessen staubdichtes Gehäuse die Achse mit Bronzegleitlagern umfaßt und gegen das Wagenuntergestell derart abgefedert ist, daß es um die Treibachse pendeln kann. Die Abfederung in Gestalt zweier kräftiger Schraubenfedern ist in einem pendelnd aufgehängten Federtopfe staubdicht untergebracht, der das freie Spiel von Achse und Achstrieb in keiner Weise behindert. Die Abfederung nimmt in erster Linie die Schienenstöße auf und bewirkt im Verein mit der Lamellenkupplung ein stoßfreies Anfahren auch bei schwerster Belastung.

Abb. 2
Hauptgetriebe, geöffnet.

Abb. 3
Achstrieb- und Übertragungswelle.

Motor, Kupplung und Getriebe sind als Einheit, Abb. 4, in einem kräftigen U-Eisenrahmen zusammengefaßt und unter dem Wagenkasten zwischen den Radsätzen aufgehängt, wo sie von allen Seiten bequem zugänglich sind und leicht gereinigt und überwacht werden können. Die Maschinenanlage ist so schmal gehalten, daß sie zwischen den Schienen in die normale Bau- oder Untersuchungsgrube hinabgelassen werden kann.

Damit die Bedienung des Triebwagens so einfach wie möglich wurde, hat man für das Getriebe eine ganz neuartige Schaltung konstruiert, die die Schaltstufen derartig zwangläufig steuert, daß ohne weiteres stets nur der gewählte Gang geschaltet wird. Aus der höchsten Geschwindigkeitsstufe kann unmittelbar in die Anfangsstellung (Hauptnullstellung — 00 —) geschaltet werden. Zum Schalten dient eine Kurbel oder ein Handrad am Führerstand, durch einmalige Rechtsdrehung nacheinander erhält man die Schaltstellungen — 00 — I — 0 — II — 0 — III — 00.

Die Rechtsdrehung erzielt also stets Geschwindigkeitszunhme, Linksdrehung dagegen Geschwindigkeitsabnahme.

Für den Wechsel der Fahrtrichtung wurde ein besonderer Handhebel vorgesehen, der, um etwa 90° drehbar, durch seine Stellung nach vorn oder hinten die entsprechende Richtung anzeigt. Während der Fahrt ist der Richtungswechsel im Getriebe derart verriegelt, daß nur bei stillstehendem Wagen in die andre Richtung umgeschaltet werden kann. Für die Bedienung der Lamellenkupplung ist ein Fußhebel vorhanden, durch den gleichzeitig die ausgerückte Kupplungshälfte abgebremst wird, damit das Schalten glatt oder geräuschlos vor sich geht.

Die drei Zahnradpaare für die Geschwindigkeitsstufen sind dauernd im Eingriff, Abb. 2. Das jeweils größere Rad läuft leer in einem Kugellager und wird durch eine seitlich angreifende Klauenkupplung erst mit der betreffenden Welle verbunden. Es findet also keine Verschiebung der Zahnräder statt, so daß deren Zahnflanken keiner Verletzung beim Schalten ausgesetzt sind. Die Räder bestehen aus Chromnickelstahl und sind im Einsatz gehärtet. Das Wendegetriebe für den Richtungswechsel ist dem Stufengetriebe vorgeschaltet, wodurch sich eine kurze Bauart des Getriebes ergab. Die Wellen laufen in Kugel- oder Rollenlagern.

Für die Regelung des Motors ist nur ein Drosselhebel im Führerstand angebracht. Der Stand ist auf diese Art übersichtlich und klar, so daß der Führer keine Fehlgriffe tun kann, und es hat sich gezeigt, daß selbst gänzlich Ungeübte, die vorher nie gefahren hatten, den Wagen nach kurzer Anleitung und einmaliger Fahrt einwandfrei bedienen konnten.

Der hier abgebildete Arbeitswagen wurde gemeinsam von einer Waggonfabrik als Herstellerin des Fahrzeuges und dem Verfasser, der die maschinelle Ausrüstung entworfen und geliefert hat, ausgeführt. Der erste Wagen dieser Art wurde dem Bahnhofe Salzwedel, Maschinenamt Stendal, zugewiesen, nachdem er etwa sechs Wochen auf Bahnhof Eidelstedt (Direktion Altona) probeweise in Dienst gestellt war. Die Abnahmefahrten gingen dieser Indienststellung voraus und fanden planmäßig auf der Strecke Eidelstedt – Elmshorn – Glückstadt statt. Der 10,2 t schwere Triebwagen war dabei mit 10 t beladen, als Anhänger diente ein Packwagen, der durch Zuladung auf 15 t Gesamtgewicht gebracht war. Das Zuggewicht belief sich demnach auf 35 t. Der Brennstoffverbrauch betrug bei diesen Fahrten 0,55 l/km = 440 g/km oder rd. 12,5 g/tkm. Das Durchschalten bis zur 3. Stufe dauerte rd. 20 s, die volle Höchstgeschwindigkeit wurde durchschnittlich nach etwa 35 bis 40 s erreicht.

Während der Probedienstzeit wurde der Wagen zu Ausbesserarbeiten innerhalb der ausgedehnten Gleisanlagen des Verschiebebahnhofes Eidelstedt täglich benutzt, wobei er im Mittel drei bis vier beladene X-Wagen zu schleppen hatte; es kam aber auch wiederholt vor, daß bis zu sechs Wagen befördert wurden. Gelegentlich einer Vorführung des Wagens wurden auch Abschleppversuche vorgenommen, wobei der nur mit 2 t beladene Triebwagen einen Packwagen von 15 t und sieben Güterwagen von zusammen 74,2 t, also ein Gesamtzuggewicht von 101,4 t, ohne Anstand und völlig ruckfrei abschleppte. Nach Beendigung der Probedienstzeit wurde der Wagen eingehend untersucht, wobei sich alle Teile der Maschinenanlage als einwandfrei erwiesen, so daß das Fahrzeug am folgenden Tage seine Überführungsfahrt nach Salzwedel mit eigener Kraft antreten konnte, die planmäßig ohne Zwischenfall verlief.

RZ12112I

Abb. 5
Doppelschneckengetriebe für eine benzin-elektrische Schmalspur-Lokomotive.

Die Verwendungsmöglichkeit dieses Triebwagens ist sehr vielseitig, da er nicht nur für Bauzwecke, sondern auch für den Transport von Gütern aller Art sehr gute Dienste leistet. Auch für Fabrik- und Werksanlagen als Fahrzeug für Warenbeförderung und den Verschiebedienst ist der Triebwagen brauchbar. Hier kann er infolge seiner augenblicklichen Bereitschaft, infolge seiner Handlichkeit und Beweglichkeit den noch vielfach verwendeten schwerfälligen Dampffahrkran ersetzen. Für diesen Sonderzweck wird er mit einem schwenkbaren Kranarm ausgestattet, dessen Winde maschinell vom Getriebe aus angetrieben wird. Eine andre Sonderausführung ist die mit verstellbarer Arbeitsbühne zur Untersuchung und Ausbesserung elektrischer Fahrleitungen.

Schließlich sei noch hervorgehoben, daß die Maschinenanlage dieses Triebwagens sich auch zum Antriebe von Personenwagen eignet und infolge ihrer großen Einfachheit leicht in jeden vorhandenen Wagen eingebaut werden kann. Da die Bahnen diesen Einbau in ihren Werkstätten leicht selbst ausführen, so ist ihnen damit Gelegenheit gegeben, sich ohne große Kosten vollwertige und wirtschaftlich arbeitende Triebwagen zu beschaffen. [M 663]

Hamburg Simon

Parallelschaltung von Schneckengetrieben

Die Abmessungen von Schraubgetrieben sind einerseits durch die Bruch- und die Verschleißfestigkeit der Werkstoffe, anderseits durch die Gesamtlänge der Berührungslinien oder die Größe des Eingriffsfeldes bedingt, das man nicht, wie bei Stirn- und Kegelrädern, nach Bedarf verbreitern kann. Ergibt sich für ein Schraubgetriebe ein so großes erforderliches Eingriffsfeld, daß es sich aus baulichen oder andern Gründen nicht verwirklichen läßt, so kann eine Unterteilung des Eingriffsfeldes auf zwei oder mehrere parallelgeschaltete Getriebe Abhilfe bringen.

RZ1211Z2

Abb. 6
Treibachse mit aufgepreßtem Stern und schwenkbaren Federn zum Belastungsausgleich.

Eine solche Unterteilung von Schneckengetrieben, die die Annehmlichkeit kleiner Getriebeeinheiten — in erster Linie eine große „Raumleistung" — bietet, haben die Siemens-Schuckertwerke beim Antriebe von benzin-elektrischen Schmalspurlokomotiven[1]) durchgeführt. Die beiden Lokomotivachsen werden dort mittels Schneckengetriebes von je einem Motor für 135 PS bei 700 Uml./min angetrieben, dessen Welle in der Längsrichtung des Drehgestelles liegt. Da für ein Kardangelenk zwischen Motor und Schnecke kein Platz war, wurde der Motor mit dem Schneckengehäuse fest verbunden, Abb. 5, und am Drehgestell federnd aufgehängt, so daß er mit dem Schneckengehäuse um die Radachse schwingen kann. Für ein einfaches Schneckengetriebe war der Raum zu eng, da der Laufraddurchmesser 1000 mm nicht überschreiten durfte. Der Motor arbeitet nun auf zwei durch Stirnräder verbundene Schnecken (mit der Übersetzung 11 : 1), von denen die eine rechts-, die andre linksgängig ist. Auf diese Weise wurde gleichzeitig der Axialschub in der Richtung der Laufradachse aufgehoben. Damit die beiden Schneckengetriebe gleichmäßig belastet werden, wurden zwischen den Schneckenrädern und der Treibachse vier Blattfederpaare eingeschaltet, Abb. 6, die in einem auf der Achse befestigten Stern schwenkbar gelagert sind. Diese Federung bot neben dem Belastungsausgleich den Vorteil stoßfreien Anfahrens. Auf die gleiche Weise lassen sich beliebig viele Schneckengetriebe nebeneinander anordnen.

[1]) Den mechanischen Teil führte die Hannoversche Maschinenbau-A.-G., vorm. G. Egestorff (Hanomag), Hannover-Linden, aus.

Abb. 7 bis **9**
Schneckengetriebe (Bauart Hatcher-Rooke) zum Antrieb eines Schaufelrad-Schiffes.

$N_e = 100$ PS; Übersetzung $= 375 : 25$.

a, *b* Schnecken der Antriebwelle
c, *d* zugehörige Schneckenräder
e, *f* Schnecken der Zwischenwellen
g Schneckenrad der Schaufelradwelle
h Ölpumpe
i Ölfilter

Für ein Nil-Motorschiff hat die Firma J. Stone & Co., Ltd., Deptford[2]), ein Schneckengetriebe gebaut, das dazu bestimmt ist, die Drehzahl einer vierzylindrigen Ölmaschine für 100 PS Nutzleistung von 375 Uml./min auf die Schaufelrad-Drehzahl von 25 Uml./min herabzusetzen. Die beiden Schnecken *a* und *b* auf der längsverschiebbaren Antriebwelle, Abb. 7 bis 9, arbeiten mit entgegengesetzter Steigung auf ihre Schneckenräder *c* und *d*, so daß ihr Längsschub sich aufhebt und die Last zu genau gleichen Teilen übertragen wird[3]). Die senkrechten Wellen arbeiten mit ihren Schnecken *e* und *f* auf das gemeinsame Schneckenrad *g* der Antriebwelle, die mittels einer beweglichen Kupplung die Schaufelradwelle antreibt. [M 1211]

Dresden Dr.-Ing. Fritz G. Altmann

[2]) Vergl. „A Balanced Worm Gear Drive for Ship Propulsion" The Engineer, Bd. 144 (1927) 665.
[3]) Vergl. ein ähnliches Getriebe in Schiebel, „Zahnräder", Berlin 1923, 2. Aufl., 2. Teil, S. 117.

Abb. 10 und **11**
Querkeilverbindung mit doppelseitigem Anzug (Keileintreiben).

Maschinenteile

Kräfte in der Querkeilverbindung

Bei der Querkeilverbindung kommt neben der Vorwärtsbewegung des Keiles, die dem Eintreiben entspricht, auch die dem Lösen des Keiles entsprechende Rückwärtsbewegung vor. Es ist üblich, die Gleichung für die zum Eintreiben nötige Kraft P auch zur Ermittlung der Kraft P' für das Lösen des Keiles zu benutzen, indem man statt der Reibungzahl μ den negativen Wert $-\mu$ oder statt des Reibungswinkels $\varrho - \varrho$ setzt, da der Reibungswiderstand stets der Bewegung entgegengesetzt gerichtet ist, bei der Bewegungsumkehr sich also auch die Richtungen der Reibungswiderstände umkehren müssen. Voraussetzung ist dabei, daß sich bei der Bewegungsumkehr die Anordnung nicht ändert.

Bei der gewöhnlichen Keilkette kann aber solche Änderung eintreten; deshalb sind die im Schrifttum nach dieser Regel ermittelten Formeln für die Kraft P' nur unter bestimmten Voraussetzungen gültig, bei kleinen Keilwinkeln meistens aber nicht richtig.

Im allgemeinen Fall einer Querkeilverbindung mit doppelseitigem Anzug, Abb. 10 und 11, ergibt sich (durch Anwendung des Sinussatzes auf die beiden Kraftecke der in der Abb. 11 angegebenen graphischen Lösung) die zum Eintreiben des Keiles erforderliche Kraft:

$$P = Q \frac{\cos \varrho_3 \sin (\alpha_1 + \alpha_2 + \varrho_1 + \varrho_2)}{\cos (\alpha_2 + \varrho_2) \cos (\alpha_1 + \varrho_1 + \varrho_3)} \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

oder nach entsprechender Umformung

$$P = Q \frac{\operatorname{tg} (\alpha_1 + \varrho_1) + \operatorname{tg} (\alpha_2 + \varrho_2)}{1 - \operatorname{tg} (\alpha_1 + \varrho_1) \operatorname{tg} \varrho_3} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1a);$$

Q ist darin die Belastung des festgekeilten Mittelteiles.

Für den symmetrischen Keil mit $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ und der Annahme $\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho_3 = \varrho$ findet man nach Gl. (1a)

$$P = Q \frac{2 \operatorname{tg} (\alpha + \varrho)}{1 - \operatorname{tg} (\alpha + \varrho) \operatorname{tg} \varrho} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1b),$$

für den Keil mit einseitigem Anzug, also $\alpha_1 = \alpha$ und $\alpha_2 = 0$, Abb. 12 und 13, mit $\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho_3 = \varrho$

$$P = Q \frac{\operatorname{tg} (\alpha + \varrho) + \operatorname{tg} \varrho}{1 - \operatorname{tg} (\alpha + \varrho) \operatorname{tg} \varrho} \approx Q \operatorname{tg} (\alpha + 2\varrho) \quad . \; . \; (1c).$$

Abb. 12 und **13**
Querkeilverbindung mit einseitigem Anzug (Keileintreiben).

$$W_1 : Q = \sin(90^0 - \varrho_3) : \sin(90^0 + \alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3) = \cos\varrho_3 : \cos(\alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3)$$

$$P'' : W_1 = \sin(\varrho_1 + \varrho_2 - \alpha_1 - \alpha_2) : \sin(90^0 + \alpha_2 - \varrho_2) = -\sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_2) : \cos(\alpha_2 - \varrho_2)$$

oder

$$P'' = -Q\frac{\cos\varrho_3 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_2)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos(\alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3)}.$$

Die Keilverbindung Abb. 16 ist selbstsperrend. Die Ergebnisse hängen aber nicht davon ab, ob Selbstsperrung eintritt oder nicht. Auch Gl. (2) ist allgemein gültig, wobei $P' > 0$ bedeutet, daß P' mit P gleichgerichtet, also die Anordnung noch nicht selbstsperrend ist; $P' < 0$ bedeutet, P' ist P entgegengesetzt gerichtet. So lassen wir das Minuszeichen fortfallen und schreiben für $\alpha_1 < \varrho_1$ allgemein

$$P'' = Q\frac{\cos\varrho_3 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_2)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos(\alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3)} \quad . \; . \; . \; . \quad (3)$$

oder

$$P'' = Q\frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 - \varrho_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 - \varrho_2)}{1 - \operatorname{tg}(\alpha_1 - \varrho_1)\operatorname{tg}\varrho_3} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3a)$$

Gl. (3) und (3 a) entstehen aus Gl. (1) und (1 a) durch Umkehren der Vorzeichen von ϱ_1 und ϱ_2; das Vorzeichen von ϱ_3 aber bleibt.

Abb. 14 und **15**
Keilwinkel α_1 größer als Reibungswinkel ϱ_1

Abb. 16 und **17**
Keilwinkel α_1 kleiner als Reibungswinkel ϱ_1

Abb. 14 bis **17.** Querkeilverbindungen mit doppelseitigem Anzug (Keillösen).

Ermittelt man nun die zum L ö s e n erforderliche Kraft P' durch Umkehren der Vorzeichen von μ oder ϱ, so erhält man

$$P' = Q\frac{\cos\varrho_3 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_2)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos(\alpha_1 - \varrho_1 - \varrho_3)} \quad . \; . \; . \; . \quad (2)$$

oder

$$P' = Q\frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 - \varrho_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 - \varrho_2)}{1 + \operatorname{tg}(\alpha_1 - \varrho_1)\operatorname{tg}\varrho_3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2a);$$

für den s y m m e t r i s c h e n Keil ergibt sich

$$P' = Q\frac{2\operatorname{tg}(\alpha - \varrho)}{1 + \operatorname{tg}(\alpha - \varrho)\operatorname{tg}\varrho} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2b),$$

für den Keil mit e i n s e i t i g e m A n z u g

$$P' = Q\operatorname{tg}(\alpha - 2\varrho) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2c).$$

Das sind die Formeln, die man allgemein im Schrifttum findet und die auch richtig sind, sobald, wie in Abb. 14 und 15, die Voraussetzung zutrifft, daß

$$\alpha_1 > \varrho_1$$

ist. Zeichnet man aber die Kraftecke wie in Abb. 16 und 17 unter der Annahme, daß

$$\alpha_1 < \varrho_1$$

ist, so wirkt der Druck W_1 des Keiles auf die Stange nach rechts oben statt nach links oben; die wagerechte Komponente von W_3 ist P'' entgegen nach links gerichtet, d. h. die Hülse drückt nicht mehr links, sondern rechts gegen die Stange, wobei der Reibungswiderstand der Bewegungsrichtung entgegen wieder nach oben gerichtet ist; es hat sich also gleichsam d i e A n o r d n u n g g e ä n d e r t. Ermittelt man jetzt aus Abb. 17 die für das Lösen des Keiles erforderliche Kraft P'', so erhält man

Aus Gl. (3) und (3 a) folgt weiter für den s y m m e t r i s c h e n Keil

$$P'' = Q\frac{\cos\varrho \sin 2(\alpha - \varrho)}{\cos(\alpha - \varrho)\cos\alpha} = Q\frac{2\cos\varrho\sin(\alpha - \varrho)}{\cos\alpha} \quad (3b),$$

für den Keil mit e i n s e i t i g e m A n z u g

$$P'' = Q\frac{\cos\varrho\sin(\alpha - 2\varrho)}{\cos\varrho\cos\alpha} = Q\frac{\sin(\alpha - 2\varrho)}{\cos\alpha}$$

oder

$$P'' = Q\frac{\operatorname{tg}(\alpha - \varrho) - \operatorname{tg}\varrho}{1 - \operatorname{tg}(\alpha - \varrho)\operatorname{tg}\varrho} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3c).$$

S e l b s t s p e r r u n g fordert $P' < 0$ bezw. $P'' < 0$; diese Bedingung liefert für $\alpha_1 > \varrho_1$ nach Gl. (2)

$$\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_2 < 0,$$

d. h. es muß

$$\alpha_1 + \alpha_2 < \varrho_1 + \varrho_2$$

sein. Für $\alpha_1 < \varrho_1$ ergibt sich nach Gl. (3) dasselbe. Die Bedingung für Selbstsperrung der gewöhnlichen Keilkette lautet also stets: D i e S u m m e d e r b e i d e n K e i l w i n k e l m u ß k l e i n e r s e i n a l s d i e S u m m e d e r b e i d e n R e i b u n g s w i n k e l f ü r d i e b e i d e n K e i l f l ä c h e n.

Wird $\alpha_1 = \varrho_1$, so gehen die beiden betrachteten Fälle ineinander über, und es ergibt sich nach Gl. (2) und Gl. (3) der gleiche Wert, nämlich

$$P' = P'' = Q\frac{\cos\varrho_3\sin(\alpha_2 - \varrho_2)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos\varrho_3} = Q\operatorname{tg}(\alpha_2 - \varrho_2) \quad . \quad (4).$$

Welcher Unterschied für den Fall $\alpha_1 < \varrho_1$ bei der Benutzung der hier nicht zulässigen, sondern nur für $\alpha_1 > \varrho_1$ gültigen Formeln (2) bis (2 c) und der richtigen Formeln (3) bis (3 c) sich ergibt, ersieht man am besten aus dem

Verhältnis des mit Gl. (3) berechneten Wertes zu dem aus Gl. (2):

$$P'' : P' = Q \frac{\cos \varrho_3 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_3)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos(\alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3)}$$

$$: Q \frac{\cos \varrho_3 \sin(\alpha_1 + \alpha_2 - \varrho_1 - \varrho_3)}{\cos(\alpha_2 - \varrho_2)\cos(\alpha_1 - \varrho_1 - \varrho_3)}$$

oder

$$\frac{P''}{P'} = \frac{\cos(\alpha_1 - \varrho_1 - \varrho_3)}{\cos(\alpha_1 - \varrho_1 + \varrho_3)}.$$

Ist $\varrho_1 = \varrho_3 = \varrho$, so wird

$$\frac{P''}{P'} = \frac{\cos(\alpha_1 - 2\varrho)}{\cos \alpha_1} = \cos 2\varrho + \operatorname{tg} \alpha_1 \sin 2\varrho.$$

Für $\alpha_1 = \varrho$ wird $\frac{P''}{P'} = 1$, d. h. $P'' = P'$; auch für $\varrho = \varrho_1 = \varrho_3 = 0$ und irgend einen Wert α_1 liefern Gl. (2) und Gl. (3) das gleiche Ergebnis. P'' weicht von P' um so mehr ab, je größer ϱ ist und je mehr α_1 von ϱ abweicht. Nimmt man z. B. $\varrho = 22^\circ\ 30'$, entsprechend $\mu = \operatorname{tg} \varrho = 0{,}414$, und $\alpha_1 = 5^\circ$, so wird

$$\frac{P''}{P'} = 0{,}7685,$$

d. h. die hierfür ungültige Gl. (2) liefert einen um 30 vH zu großen Wert für die zum Lösen des Keils erforderliche Kraft. [M 1140]

Leipzig Baurat Dipl.-Ing. O. Tolle

Dampfkraftanlagen

Zweistoffgemische in der Dampftechnik

Dr.-Ing. Stender hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß Abb. 4 bis 6 meines Aufsatzes nicht „im wesentlichen seinen Vorschlägen für Schaltbilder" entsprechen, wie in meinem Aufsatz, Z. Bd. 72 (1928) S. 110, gesagt ist. Ich stelle daher als Beispiele die von mir gewählte und die von Dr.-Ing. Stender im Sinne seiner Vorschläge ausgeführte Darstellung für Abb. 4 meines Aufsatzes einander gegenüber, Abb. 18 und 19.

Zugleich bitte ich, folgende Druckfehler zu berichtigen:

In Abb. 8 muß neben der Ordinatenachse statt Δq_b stehen q_b.

In Abb. 10 muß es statt p = at abs heißen: p = **0,1 at abs.**

S. 113, r. Sp. Z. 14 v. u., muß es heißen: „Mit dem spezifischen Volumen v'' des gesättigten Dampfes und v' des siedenden Wassers".

Außerdem weise ich noch darauf hin, daß die reiche Lösung im Wärmeaustauscher unter die Siedetemperatur abgekühlt werden kann, nämlich bis auf die Austrittstemperatur der warmen Lösung aus dem Mischer. In Abb. 8 und 13 kann daher der Punkt 3 unter der Siedelinie, im Grenzfall auf der gleichen Isotherme mit Punkt 4 liegen. Der Prozeß wird dadurch günstiger.

[N 1242] Dr.-Ing. Merkel

Abb. 18
Darstellung des Schaltbildes nach Merkel.

a Ausdampfer
b Mischer (Absorber)
c Wasserkessel
d Kocher (Eindampfer)
e Wärmeaustauscher
f Pumpe } Abb. 19
g Regelventil } Abb. 19
h Kondensatableiter } Abb. 19

Abb. 19
Darstellung des Schaltbildes, Abb. 18, nach Stender.

Kleine Mitteilungen

Einanker-Umformer für 14800 A Dauerstrom

Für die Lichtversorgung von New York haben Brown, Boveri & Cie., Baden, kürzlich einen Einanker-Umformer fertiggestellt, der bei 167 Uml./min auf der Gleichstromseite dauernd 4200 kW, entsprechend 14 800 A, oder zwei Stunden lang 6300 kW, entsprechend 22 200 A, liefert. Die Gleichspannung ist zwischen 240 und 300 V regelbar. Der zugeführte Drehstrom von 25 Hertz wird von 11 kV in einem luftgekühlten Mantelumspanner auf die Betriebspannung des Umformers herabgesetzt; ein auf den Umspanner aufgebauter Stufenschalter dient zur Spannungsreglung. Der Umformer wiegt rd. 60 t, sein Läufer hat 3,2 m Dmr. (Schweiz. Bauztg. 21. April 1928 S. 200)
[N 1554 a] Pa.

Ausgleich der Kapazität von Hochspannungskabeln

Puchstein hat ausgerechnet, daß die in Amerika kürzlich verlegten 132 kV-Kabel[1]) höchstens für Entfernungen von rd. 48 km verwendbar sind, weil bei größeren Entfernungen der Ladestrom die zulässige Strombelastung der Kabelader übersteigen würde. Bei größeren Kabellängen müßte man also die Kapazität ausgleichen, wofür er parallelgeschaltete Ausgleichspulen in Abständen von rd. 40 km vorschlägt. Diese Spulen könnten einem Hochspannungstransformator ähnlich sein, dessen Sekundärwicklung weggelassen ist; ihr Bau würde also keine technischen Schwierigkeiten machen. Der Kern müßte allerdings aus einem Werkstoff höheren magnetischen Widerstandes als gewöhnlich bestehen, oder man müßte einen Luftspalt in den magnetischen Kreis einschalten. („Electrical World" 7. April 1928 S. 697*) [N 1554 b] Pa.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1298.

Elektrische Kühlanlagen auf Speisewagen der Milwaukee-Bahn

Die Notwendigkeit, in den Speisewagen Vorräte für mehrere Tage mitzuführen, wie es bei Fernzügen in Amerika der Fall ist, erfordert größere Kühlanlagen als sonst. Mit einer vorbildlichen elektrischen Kühlanlage hat die Milwaukee-Bahn einige Speisewagen ausgerüstet. Mehrere getrennte Kühlräume: für Fische, Milch und Butter, Früchte und Frischgemüse sowie Eis, sind durch einen unter der Wagenmitte verlegten Kaltluftkanal und zwei seitliche Rückführungskanäle verbunden. In den Kaltluftkanal sind Temperaturregler eingebaut, die den einzelnen Räumen Luft von der geeigneten Temperatur zuführen; diese beträgt z. B. für die Fischkühler + ½ °C, im Eisraum etwa — 16 °C. Um den Fischgeruch nicht auf andre Speisen zu übertragen, kühlt man die Fische nicht unmittelbar.

Für den Kompressorenantrieb dienen Elektromotoren, die aus eigenen Stromerzeugern gespeist werden. Eine selbsttätig schaltbare Batterie übernimmt bei Stillstand die Stromversorgung.

Die Ergebnisse haben hinsichtlich Güte und Betriebskosten sehr befriedigt. („Railway Age" 7. April 1928 S. 796*) [N 1554 d] Ro.

Probefahrtgeschwindigkeiten von Kreuzern

Die französischen 10 000 t-Kreuzer „Duquesne" und „Tourville" haben Rateaugetriebeturbinen von 130 000 PS Wellenleistung. Auf der Probefahrt erreichte „Duquesne" 35,5 Kn bei einer Leistung von 135 000 PS und einer Verdrängung von rd. 10 000 t. Bei 11 700 t Verdrängung erzielte der Kreuzer schon vorher während acht Stunden im Mittel 33,6 Kn. Der Kreuzer „Tourville" erreichte im März bei einer Nutzleistung von 105 000 PS 34,3 Kn Geschwindigkeit. Auf Probefahrten Anfang April bei voller Leistung erhöhte sich die Geschwindigkeit auf 36,15 Kn. Bis jetzt galt der amerikanische Kreuzer „Omaha" mit 38,87 Kn Probefahrtgeschwindigkeit als schnellstes Kriegsschiff. Die Geschwindigkeit englischer Kriegsschiffe ist unbekannt; die schnellsten Kreuzer dürften „Emerald" und „Enterprise" mit 33 Kn Konstruktionsgeschwindigkeit sein. Die im Bau befindlichen italienischen 5000 t-Kreuzer erhalten nach dem Liefervertrag 95 000 PS Wellenleistung und 37 Kn Geschwindigkeit. („The Engineer" 20. April 1928 S. 421)
[N 1554 e] Ls.

Sporthalle der Universität Minnesota

Die Halle ist 134 m lang und 72 m breit. Dach und Wände des in der Mitte rd. 30 m hohen Gebäudes stützen sich auf vierzehn freitragende Fachwerkbogen, die in drei Gelenken gelagert sind und rd. 9,1 m Abstand voneinander haben. Zu beiden Seiten sind übereinander zwei Galerien von je 10,6 m Breite für 8500 Zuschauer angebaut. Der Obergurt des Fachwerkbogens hat 42, der Untergurt 32 m Krümmungshalbmesser. Die senkrechten Tragpfeiler in den Seitenwänden sind rd. 13 m hoch. Beide Gurte und das Fachwerk bestehen aus Teilen mit drei verschiedenen Profilen, die eine gute Anpassung an die an den einzelnen Stellen auftretenden Beanspruchungen ermöglichen.

Die beiden Stirnwände sind durch Träger in Plattenform von rd. 90 cm Breite versteift, die in Betongründungen ruhen und oben durch Fachwerk miteinander verbunden sind. Die Verbindung zwischen den Plattenträgern und den Haupttragbogen stellen besondere Dachbinder her, das Dachgerüst zwischen den einzelnen Fachwerkbogen besteht aus Fachwerkpfetten. Die gesamte Dachkonstruktion wiegt nur rd. 30 kg/m², sie kann einem Winddruck von 150 kg/m² an der steilsten und 85 kg/m² an der flachsten Stelle widerstehen. Als größte zulässige Schneelast wurden der Berechnung an der flachsten Stelle 200 kg/m² zugrunde gelegt. („Engineering News-Record" 12. April 1928 S. 578*).
[N 1554 f] Sd.

Neuartiger Antrieb für Trioblechwalzwerke

Bei Duoblechwalzwerken treibt man nur die Unterwalze an und läßt die Oberwalze als Gleitwalze mitlaufen. Bei Trioblechwalzwerken war bisher die Mittelwalze Gleitwalze. Bei dem neuen Antrieb wird die Mittelwalze schwächer gehalten wie bisher und mittels Kupplungsspindel von der Maschine aus angetrieben. Die Ober- und Unterwalze sind keine Gleitwalzen, sondern werden mittels Stirnräder von der Mittelwalze aus angetrieben. Dabei sitzt das Stirnrad der Mittelwalze auf der Spindel fest, während die Stirnräder der Ober- und Unterwalze mit Hilfe von Gleitkupplungen auf den Spindeln gleitbar angeordnet sind.

Bei diesem Antrieb werden folgende Vorteile erzielt: Dadurch, daß die Mittelwalze schwächer gehalten ist, kann man bei gleicher Walzgeschwindigkeit die Umlaufgeschwindigkeit der Maschine bis zu 30 vH erhöhen, wodurch die Schwungkraft des Schwungrades besser ausgenutzt und die Antriebskraft der Maschine bis zu 75 vH erhöht wird. Wegen des geringeren Durchmessers der Mittelwalze ist der Walzkraftverbrauch geringer. Dadurch, daß alle drei Walzen angetrieben werden, vermeidet man Stöße. Durch den Wegfall des Kammwalzgerüstes, das für eine 750 mm-Straße ungefähr 80 000 ℳ kostet, werden die Anlage- und Ausbesserkosten erheblich vermindert, da hier nur drei Stirnräder, die allerdings gefräste Schraubenzähne haben, gebraucht werden. („The Iron Age" 12. April 1928 S. 1928)
[N 1554 g] Ste.

Die Überhitzung des Aluminiums

Man überhitzt Aluminium, um feste Einschlüsse im Metall zu vermeiden, und wurde zu den Überhitzungsversuchen infolge des matten Aussehens von manchen Aluminium-Gußblöcken im Vergleich zu dem sonst glänzenden Aussehen veranlaßt. Als Ursache für das matte Aussehen wurde die Zusammensetzung der Tonerde gefunden, aus der man das Aluminium gewann und deren Gehalt an Natriumverbindungen erheblich höher war als in den Tonerden von durchschnittlicher Zusammensetzung. Auf die Zerreißfestigkeit, Elastizitätsgrenze und Dehnung des Aluminiums übt das Natrium einen nachteiligen Einfluß insofern aus, als diese Eigenschaften mit steigendem Natriumgehalt abnehmen.

Während sich bei Überhitzungen auf Temperaturen von 700 bis 800 ° die Aluminium-Eigenschaften nur wenig verbesserten, erwies sich eine Überhitzung auf 935 °, verbunden mit einer langsamen Abkühlung auf 730 °, die 3½ h dauerte, als wirkungsvoller, indem in bezug auf die Festigkeitsziffern eine bestimmte Treffsicherheit erreicht wurde und auch die Oberflächen des Metalles die gewünschte Glätte erhielten. Da mit der Erhöhung der Temperatur die Gefahr der Adsorption von Gasen aus der Ofenatmosphäre besteht, hätte man annehmen können, daß das überhitzte Metall mehr Blasen enthielte, eine Annahme, die sich jedoch als ungerechtfertigt erwies. Wenn man selbst in Platten, die bei 990 ° gegossen waren, keine Blasen feststellen konnte, so ist dies darauf zurückzuführen, daß die Gießgeschwindigkeit langsam genug war, damit die Gase noch während des Gießens selbst entweichen konnten. Das Aluminium sollte man zweckmäßigerweise in geschlossenen Tiegeln überhitzen; bei Verwendung offener Öfen fallen die Festigkeitseigenschaften nicht so günstig und nicht so gleichmäßig aus. Als Wärmequelle für die Überhitzung eignet sich Gas aus Steinkohlengaserzeugern mit Wasserdampfeinspritzung weniger als Gas aus Koksgaserzeugern, die mit trockener Luft geführt werden. („Revue de l'Aluminium" Januar-Februar-März-Heft 1928 S. 581*) [N 1554 h] Ka.

BÜCHERSCHAU

Englands Industrie am Scheidewege. Von W. Müller. Berlin 1928, VDI-Verlag. 182 S. m. 17 Abb. Preis 8,50 ℳ.

Die genaue Kenntnis sowohl der deutschen wie der nordamerikanischen Zustände befähigt den Verfasser dazu, die englische Entwicklung und die gegenwärtig keineswegs sehr glänzende Lage der verschiedenen Industriezweige scharf zu kennzeichnen. Müller weist mit Recht vor allem darauf hin, daß „in England der Zusammenhang der sozialen Struktur mit dem allgemeinen wirtschaftspolitischen Geschehen maßgebend" sei. England ist viel tiefer in die Weltwirtschaft verflochten als Amerika, und deshalb auch heute noch mehr im Handel als in der Industrie führend. Die Industrie ist viel mehr durch ausländische Vorgänge belastet als die nordamerikanische. Es bestehen auch innere Hemmungen, die eine Nachahmung Amerikas erschweren müssen: der allgemeine konservative Sinn in fast allen Schichten der Bevölkerung und selbst des werktätigen Volkes zieht die weitere Pflege eines ererbten demokratischen Individualismus jeder Art von Plan- oder Zwangswirtschaft vor, mag sie sich in staatssozialistisches oder gar kommunistisches Gewand kleiden. Das Verhältnis zwischen Kapital und Arbeit ist daher trotz neuester Spannungen drüben noch immer erträglich und die Sozialpolitik verständnisvoll ausgestaltet. Der Verfasser ist bestrebt, die Erscheinungen möglichst exakt und zahlenmäßig zu erfassen. Dabei treten nach und nach alle jetzt aktuellen Fragen in den Gesichtskreis des Lesers, da Müller Einseitigkeiten in der Stoffauswahl mit Glück zu vermeiden versteht.

Die englische Abneigung gegen die Massenerzeugung und die Bevorzugung der Qualitätsarbeit hat gewiß auch technische und organisatorische Rückständigkeit zur Folge und damit eine Herabsetzung der Wettbewerbfähigkeit auf dem Weltmarkt. Sowohl der Rationalisierung wie der Kartellierung sind Grenzen gesetzt. Man merkt es immer wieder, daß man sich in dem ältesten Industrielande bewegt, das sich von uralten Überlieferungen nicht so leicht losmachen kann. Darunter haben auch die Arbeits- und Lebensbedingungen der Arbeiter zu leiden. Das gegenseitige, gegensätzliche, aber auch freundlichere Verhältnis von Arbeitgeber und Arbeitnehmer wird eingehend und unparteiisch geschildert. Die ganze Untersuchung bietet gerade den beteiligten deutschen Kreisen reichhaltig Gelegenheit zu Vergleichen, und darüber hinaus gibt sie Anlaß, mit sich selbst zu Rate zu gehen und nicht immer nur die Nachahmung des amerikanischen Vorbilds zu predigen; zumal da der Verfasser für die wertvollen Eigenschaften des auch in seiner

Industriegebahrung so deutlich zum Ausdruck kommenden englischen Volkscharakters ein offenes Auge zeigt. Man möchte deshalb Müllers schöne Gabe allen denjenigen in die Hand legen, die entschlossen sind, an Deutschlands Wiederaufbau mitzuarbeiten. [E 1414] J. Hashagen

Manuale Enciclopedico della Ingegneria moderna. Compilato per cura della Società Accademica „Hütte". Vo. 2. Übers. von Carlo Rossi. Milano 1928, Ulrico Hoepli. 843 S. m. zahlr. Abb. Preis 75 Lire.

Der Inhalt dieses Bandes entspricht dem Abschnitt 1 und 2 der deutschen 25. Auflage der „Hütte", 2. Bd.; er behandelt also die Maschinenteile und Kraftmaschinen. Im wesentlichen entspricht der Wortlaut dem deutschen Urtext, auch sind die Abbildungen meist die gleichen wie in unserer „Hütte", so daß die italienische „Hütte", die auch die gleiche Größe und dieselbe Aufmachung hat wie die deutsche, dieser sehr ähnlich sieht. Doch ist am geeigneten Ort auf die besonderen italienischen Verhältnisse Rücksicht genommen, z. B. durch Aufnahme der dort gültigen gesetzlichen Vorschriften über Kesselanlagen u. dergl. Anderseits enthält sie auch Einfügungen wesentlichen Inhalts, die dem italienischen Ingenieur, im Gegensatz zu dem deutschen, sonst wahrscheinlich nicht zugänglich sind, wie die im Jahre 1912 veröffentlichten[1]) deutschen Normen über Hochdruck-Dampfleitungen, die einen Raum von 20 Seiten einnehmen. Neben den italienischen Normen ist auf die Dinormen durchweg unter Angabe der betreffenden Normenblätter Bezug genommen. Und so trägt diese „Hütte" nicht nur zur Anerkennung deutscher Wissenschaft im Auslande bei, sondern auch zur Verbreitung der deutschen Normen; sie dient somit auch der internationalen Normung. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch andre Länder dem Beispiel Italiens folgen möchten; denn unseres Wissens hat kein Land ein Taschenbuch für Ingenieure, das der „Hütte" auch nur annähernd gleichwertig ist.

Einen Mangel hat dieser Band: Es fehlt ein alphabetisches Sachverzeichnis. Dies wird erst am Ende des zweiten Teiles gebracht, der in etwa einem halben Jahr erscheint. Bis dahin wird dieser Mangel manchem, der diese „Hütte" als Nachschlagewerk benutzen will, recht fühlbar werden. [E 1420]

[1]) Z. Bd. 56 (1912) S. 1480.

Die Motorpflugtechnik. 1. Bd.: Das Motorpflugwesen. Von Otto Barsch. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & Co. 210 S. m. 158 Abb. Preis 14 ℳ.

Der bereits durch mehrere kleinere, im ganzen recht brauchbare Schriften über Teilgebiete der Motorpflugtechnik bekannt gewordene Verfasser beabsichtigt im vorliegenden, auf drei Bände berechneten Werk eine ausführliche Gesamtdarstellung der Motorpflugtechnik und ihrer Entwicklung zu geben. Von den drei Bänden ist der erste für den Landwirt und den Techniker bestimmt, während der zweite vor allem dem Landwirt dienen soll; der dritte Band soll dann die Konstruktion der Motorpflüge näher behandeln und würde demnach in erster Linie wieder den Techniker betreffen. Erschienen ist bisher nur der erste Band; hier werden in zwölf Hauptabschnitten folgende Gegenstände erörtert: Einleitung, dem Andenken Rob. Stocks und seines Mitarbeiters Karl Gleiche gewidmet. Die Entwicklung des Pfluges. Die Geschichte der Motorpflüge. Die Entwicklung der einzelnen Motorpflüge. Die Entwicklung der Motor-Anhängepflüge. Beschreibung der Motor-Anhängepflüge. Die Geschichte und Entwicklung der Raupenschlepper. Beschreibung der Raupenschlepper. Die Verwendungsmöglichkeiten von Motorpflügen in Feldzügen. Die Scheibenpflüge. Ackerbau ohne Pflug. Der Einfluß der Motorkultur auf Land und Leute und das Pflugführerproblem.

Die vorstehende Inhaltsangabe deutet auf eine breite Anlage des Ganzen und es scheint, daß der Verfasser an manchen Stellen ohne Zweifel doch gar zu weit ausgeholt hat, wie z. B. in der Einleitung, in der Geschichte des Pfluges usw. Im übrigen läßt der bisher erschienene Teil des Werkes gegenüber dem Buche von Martiny in seiner Anlage und Durchführung keinen erheblichen Fortschritt erkennen. Ein endgültiges Urteil über das vorliegende Werk wird indessen naturgemäß erst nach dem Erscheinen der noch ausstehenden beiden Bände abgegeben werden können. [E 1428] Dr. Schwanecke

Der Hafen von Hamburg. Von L. Wendemuth u. W. Böttcher. Hamburg 1927, Meißner & Christiansen. 240 S. Preis 9 ℳ.

Auch Welthäfen haben ihre Werbeschriften nötig, dafür sorgt schon der angespannte Wettbewerb. Erreichen solche Schriften nach Form und Inhalt eine so beachtliche Höhe wie das Hamburger Hafenbuch von Wendemuth und Böttcher, so kann man es getrost als eine wertvolle Bereicherung unseres sonst durch Neuerscheinungen schon überlasteten Schrifttums ansehen. Die besten Kenner des Hamburgischen Hafenbaues und Hafenbetriebes haben hier nicht nur eine anregende Werbeschrift, sondern ein zuverlässiges Nachschlagebuch geschaffen, das, obschon Entwicklungsgeschichte, Organisation und Verkehrsverhältnisse eingehend behandelt sind, doch vorwiegend als ein technisches Werk angesprochen werden kann, das gerade dem Leser dieser Zeitschrift viel zu sagen weiß. Die Beschreibung des Hafenplans, der Hafenbauwerke und ihrer maschinellen Ausrüstung nehmen die Hälfte des Buches ein. Neben dem Hamburger Hafen werden der Elbstrom und die Cuxhavener Hafenanlagen behandelt. Die buchtechnische Ausstattung des Werkes hinsichtlich Druck, Papier, Einband und Bildwiedergabe ist mustergültig.
[E 1322] Wundram

Die zentrale Wasserversorgung von Ortschaften. Von E. Grohnert. Berlin-Hohen-Neuendorf 1927, W. Säuberlich. 224 S. m. 274 Abb. Preis 4 ℳ.

Das Buch, das ursprünglich nur als Unterlage für Vorträge des Verfassers dienen sollte, ist besonders geeignet, den Verwaltungsbeamten, die sich mit der Erbauung und dem Betrieb von zentralen Wasserversorgungsanlagen zu beschäftigen haben, eine gute Übersicht über dieses Gebiet zu geben. Mit dieser gemeinverständlichen und fesselnden Darstellung wird für den gedachten Zweck eine fühlbare Lücke ausgefüllt, da eine ähnliche Abhandlung auf diesem wichtigen Gebiet der kommunalen Technik bisher fehlte.
[E 1427] Sd.

Die Herstellung der Sprengstoffe. Von Th. Mente. Berlin 1928, Carl Heymanns. 148 S. Preis 12 ℳ.

Der Verfasser hat in dem kleinen Werke seine in jahrzehntelanger Tätigkeit auf dem Sondergebiet der Unfallverhütung im Sprengstoffwesen gesammelten Erfahrungen in einer knappen, sachlichen und von jedem überflüssigen Beiwerk befreiten Darstellung niedergelegt und damit eine Lücke im Schrifttum über die Sprengstoffe ausgefüllt. Das Buch behandelt neben der Anlage einer Sprengstoffabrik Einzelheiten vorwiegend baulicher Natur, Feuer- und Blitzschutz, Feuerlöscheinrichtungen, Rohstofflager, erste Hilfe für Kranke und Verletzte, sowie allgemeine Betriebsregeln. In besonderen Kapiteln werden Kraftmaschinen, Getriebe, Stromleitungen aller Art, Druckfässer und ihre Bedienung besprochen. Den breitesten Raum des Buches nehmen naturgemäß Vorgänge und Verfahren bei der Herstellung und weiteren Verarbeitung von Sprengstoffen, sowie die zugehörigen Geräte und mechanischen Einrichtungen und deren Bedienung ein. Schließlich wird über den Schutz des Arbeiters und über reichsgesetzliche und ministerielle Sonderbestimmungen für Einrichtung und Betrieb von Sprengstoffanlagen berichtet. Ein Anhang enthält Bemerkungen über den Begriff „Sprengstoff", das Sprengstoffgesetz und die Vernichtung von Sprengstoffen. Schon die kurze Inhaltsangabe zeigt die außerordentliche Fülle des behandelten Stoffes, der für den Ingenieur, Gewerbebeamten und Chemiker von gleicher Bedeutung ist. Das kleine Werk, das der Verfasser zweckmäßig durch eine größere Anzahl von Abbildungen hätte bereichern sollen, wird den Betriebs- und Aufsichtsbeamten wertvolle Anregungen geben und ein guter Führer sein. Es sollte in keinem Sprengstoff herstellenden oder benutzenden Betriebe fehlen.
[E 1416] Dr.-Ing. L. Metz

Technologie der Textilfasern. 2. Bd. 2. T.: **Die Weberei.** Von A. Lüdicke. **Die Maschinen zur Band- und Posamentenweberei.** Von K. Fiedler. **Die Bindungslehre.** Von Johann Gorke. Berlin 1927, Julius Springer. 319 S. m. 854 Abb. Preis 36 ℳ.

Dieser zweite Teil des zweiten Bandes ist eine wertvolle Bereicherung des auf naturwissenschaftlicher und gemeinsam technologischer Grundlage abgefaßten Werkes der Technologie der Textilfasern. In leicht verständlicher Weise, unterstützt durch klare Zeichnungen und gute Abbildungen, wird dem Leser das Verständnis erleichtert. Besonders zu begrüßen ist, daß der Bindungslehre ein besonderer Abschnitt gewidmet ist, der gedrängt und kurz die allgemeinen Grundzüge dieses Gebietes in anschaulicher Weise enthält.
[E 1438] Dr. Brüggemann

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. 1. Bd.: Funktionen einer Veränderlichen. Von R. Courant. Berlin 1927, Julius Springer. 410 S. m. 127 Abb. Preis 18,60 ℳ.

Der Vorteil dieses Buches liegt darin, daß die Tatsachen von Anfang an in den Vordergrund der Untersuchung gestellt werden. Erst wenn der Leser die gewissermaßen praktische Notwendigkeit der Differential-Betrachtung be-

griffen hat, werden ihm die theoretischen Grundlagen vorgesetzt. Das Buch ist ganz im Sinne von Courants Vorgänger im Lehramte, Felix Klein, geschrieben und dürfte deshalb für den weiterdenkenden Ingenieur von ganz besonderem Werte sein. [E 1421] Dr. Gsl.

Die Chemie der Bau- und Betriebsstoffe des Dampfkesselwesens. Von R. Stumper. Berlin 1928, Julius Springer. 309 S. m. 101 Abb. Preis 24 ℳ.

Grundplan der wissenschaftlichen Betriebsführung im Bergbau. Von Kurt Sieben. Berlin 1928, VDI-Verlag. 148 S. Preis 12,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 11,25 ℳ.

Brücken in Eisenbeton. Von C. Kersten. 1. Bd. 6. Aufl. Berlin 1928, Ernst & Sohn. 223 S. m. 532 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft e. V. München. Mitteilungen 1. H. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 39 S. m. 44 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Zwecke und Versuche — Beschreibung des Absturzbauwerks I im einzelnen — Versuchsgerinne und Meßeinrichtungen — Übersicht über die durchgeführten Versuchsreihen — Ergebnisse der 1. Versuchsreihe — Ergebnisse der 2. Versuchsreihe — Die Kolkversuche — Die Überfallkoeffizienten — Die Kolkaufnahmen.

Eisenbahnbetriebslehre. Von Reichsbahnoberrat Manker und Dr. Heinrich. 3. Aufl. Berlin 1928, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 532 S. m. 18 Abb. Preis 15 ℳ.

Studienbericht über die Abdichtung von wasserdurchlässigem Fels und Mauerwerk in Eisenbahntunnels. Von K. E. Hilgard. Berlin 1928, Julius Springer. 15 S. Preis 1,20 ℳ.

Automobil-Reparaturen. Von O. Winkler. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 303 S. m. 147 Abb. Preis 11,30 ℳ.

Theorie der zusammengesetzten Waagen. Von Jul. Zingler. Berlin 1928, Julius Springer. 203 S. m. 53 Abb. Preis 15 ℳ.

Die Papierholzversorgung. Von Gerhard Reinhold. Berlin 1927, Carl Hofmann. 147 S. m. 8 Abb. Preis 6 ℳ.

Die Kunststeine. Von Sigmund Lehner. 3. Aufl. Wien und Leipzig 1927, A. Hartleben. 412 S. m. 79 Abb. Preis 9 ℳ.

Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten. Von W. Dienemann und O. Burre. 1. Bd. Stuttgart 1928, Ferdinand Enke. 418 S. m. 53 Abb. Preis 29 ℳ.

Über die Fließbewegung in plastischem Material, das aus einem Zylinder durch eine konzentrische Bodenöffnung gepreßt wird. Von Hermann Unckel. Berlin 1928, Julius Springer. 66 S. m. 45 Abb. Preis 8 ℳ.

Teichbau und Teichwirtschaft. Von A. Kreuz. Neudamm 1928, J. Neumann. 194 S. m. 131 Abb. Preis 12 ℳ.

Industrie und Handel, 41. Bd.: **40 Jahre Zschipkau—Finsterwalder Eisenbahn-Gesellschaft, in Finsterwalde.** Berlin 1927, 20 S. m. Abb. Preis 1,20 ℳ; 42. Bd.: **25 Jahre Städt. Elektrizitätswerk Potsdam 1902 bis 1927,** Berlin 1927, 27 S. m. Abb. Preis 1,50 ℳ; 45. Bd.: **Krefelder Straßenbahn A.-G., Krefeld.** Berlin 1928, 23 S. m. Abb. Preis 1,50 ℳ. Wilhelm Raue.

Technisch-Wissenschaftlicher Quellennachweis

Unter Bezugnahme auf den in Nr. 14 dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz von Janicki „Internationaler Quellennachweis für wissenschaftlich-technisches Schrifttum" veranstaltet der beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine bestehende Ausschuß für Technisches Schrifttum eine Umfrage, welche die Schaffung eines zentralen Schrifttumnachweises auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet zum Ziele hat.

Um die hierfür erforderlichen statistischen Unterlagen möglichst vollzählig zu erhalten, versendet der Deutsche Verband an alle irgendwie in Frage kommenden Behörden, Vereine, Institute, Firmen usw. des deutschen Sprachgebietes den hierunter abgedruckten Fragebogen.

Die Leser dieser Zeitschrift werden gebeten, sich, falls sie an der Umfrage Interesse haben, vom Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (Berlin NW 7, Ingenieurhaus) Fragebogen anzufordern. Auf Wunsch stehen ihnen auch kostenlos Sonderdrucke des Aufsatzes von Janicki zur Verfügung.

Fragebogen

zur Beschaffung von Unterlagen für die Einrichtung eines bibliographischen Quellennachweises für technisch-wissenschaftliche Literatur.

Frage 1: Besteht bei Ihnen ein Quellennachweis für wissenschaftlich-technische Literatur?

Frage 2: Auf welche Fachgebiete erstreckt er sich?

Frage 3: Wie bearbeiten Sie den Stoff, und wie werten Sie ihn aus?

Frage 4: Werden nur periodisch erscheinende Veröffentlichungen (Zeitschriften, Forschungsmitteilungen, Werkzeitschriften, Verhandlungsberichte usw.) oder auch Bücher und andre Literatur verarbeitet?

Frage 5: Ist Ihr Nachweis auch andern Organisationen und Einzelpersonen zugänglich, und wären Sie geneigt, unmittelbar oder durch Vermittlung einer Spitzenorganisation Auskunft zu erteilen, gegebenenfalls unter welchen Voraussetzungen?

Frage 6: Sind Ihnen andre Organisationen und industrielle Unternehmungen bekannt, die sich mit technisch-wissenschaftlichem Dokumentationsdienst befassen? Können Sie uns die wichtigsten angeben, an die Sie die Übersendung dieses Fragebogens für angezeigt erachten?

Frage 7: Haben Sie uns irgendwelche Anregungen für die Einrichtung eines Quellennachweises für wissenschaftlich-technische Literatur zu geben?

Der beantwortete Fragebogen ist an den Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zu senden. [V 1545]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

d. 72 SONNABEND, 12. MAI 1928 Nr. 19

Straßenbau

Der deutsche Straßenbau

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. Brix, Charlottenburg

Wie in den andern Ländern, so steht auch der raßenbau in Deutschland vor einer Fülle schwierigster ragen. Die Aufgaben liegen auf den Gebieten der ndesplanung und des Städtebaues, der Gesetzgebung, nanzierung und Wirtschaftlichkeit, sowie der Schaffung ner amtlichen Kraftwagen-Verkehrskarte, der Rücksicht-hme auf hygienische Anforderungen, ferner in Kon-ruktions- und Baustoffragen. Nicht minder wichtig ist s Studium und die praktische Durchführung der Ver-hrsregelung; und mit den Aufgaben, welche die Kraft-agentechnik und die Konstruktion und die zweckmäßige rwendung der Baumaschinen für die Herstellung und e Unterhaltung der Straßen in sich begreifen, hat sich erster Linie der Maschineningenieur zu befassen.

Die hohe Bedeutung des Automobilverkehrs für den raßenbau wurde vom Deutschen Straßenbauverband, n der Vereinigung der Technischen Oberbeamten Deut-her Städte und von der Studiengesellschaft für Auto-bilstraßenbau und andern maßgebenden Verbänden d Vereinigungen gerade noch zur rechten Zeit erfaßt. e Gründung des Deutschen Straßenbauverbandes und r Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau dürfen s Marksteine in der Entwicklung des deutschen Stra-nbaues bezeichnet werden. Die Arbeitsausschüsse der udiengesellschaft für Automobilstraßenbau haben in der vischenzeit durch Aufstellung von Richtlinien und Her-ellung von grundlegenden Plänen, wie aus den regel-äßigen Mitteilungen dieser Gesellschaft zu entnehmen , Wesentliches geleistet. Diesen Leistungen schließen h würdig an der Verein deutscher Ingenieure in Ver-ndung mit der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieure, e dieses „Fachheft für Straßenbau" beweist.

Eine Reihe der wichtigsten Fragen finden in diesem eft seitens der berufensten Fachmänner und Forscher re Bearbeitung.

Der Aufsatz von Dr. Rappaport, Essen, bespricht e Anforderungen, welchen eine Fernstraßenkarte eutschlands zu genügen hat, und legt die Grundsätze dar, ch denen, auf verkehrswirtschaftlichen Grundlagen be-hend, eine solche Karte entsteht.

Ministerialrat Speck, Dresden, übergibt mit seiner bhandlung „Straßenverkehr und Finanzierung des Stra-nbaues" die Ergebnisse einer Lebensarbeit der Öffent-hkeit. Er zeigt nach einer Übersicht über die Ver-hrsentwicklung infolge der Zunahme der Kraftfahrzeuge in Deutschland und in den andern Ländern die Notwendigkeit der Verkehrszählung für die Finanzierung des Straßenbaues.

Durch seinen Aufsatz über „Die maschinellen Hilfsmittel des modernen Straßenbaues" gibt Professor Garbotz, Berlin, einen vorzüglichen Überblick über die beim Straßenbau in Betracht kommenden Geräte und Maschinen und deren Verwendungsweise. Es handelt sich hierbei um die Geräte zur Herstellung der Erdarbeiten und des Unterbaues der Straßen und um die Geräte zur Herstellung des eigentlichen Straßenkörpers, einschließlich seiner Unterhaltung. Die Möglichkeit, die Handarbeit auszuschalten, überhaupt die Frage der Mechanisierung der Straßenherstellungsarbeiten wird durch Garbotz an dem Beispiel der Betonstraßen eingehend besprochen.

Der Aufsatz über „Die Bauverfahren für Landstraßen" von Dr.-Ing. Nagel, Braunschweig, und in Ergänzung dazu der Aufsatz „Der städtische Straßenbau" von Magistratsoberbaurat Bree, Berlin, besprechen die Grundsätze für die Herstellung und Verwertung neuzeitlicher Straßen in Land und Stadt und erörtern die technischen und wirtschaftlichen Bewertungen der verschiedenen Deckenbefestigungen. Sie lassen erkennen, von welchen Gesichtspunkten bezüglich der Straßenbauwirtschaft und Technik beim Landstraßenbau einerseits und beim Stadtstraßenbau anderseits auszugehen ist, obwohl natürlich eine scharfe Trennung der Straßenbauverfahren innerhalb der Aufgabenkreise des ländlichen und des städtischen Straßenbaues nicht in Frage kommt. Baurat Dr.-Ing. Klose lenkt außerdem die Aufmerksamkeit besonders auf die Frage des Teerstraßenbaues, um dem heimischen Rohstoff mehr Geltung zu verschaffen.

Professor Neumann, Stuttgart, behandelt die „Prüfverfahren für Straßenbaustoffe und ihre Bearbeitung", eine Arbeit, an der kein am Straßenbau Beteiligter mehr vorübergehen kann und die mit als grundlegend für dieses Gebiet dauernd Geltung behalten wird.

Einen Vergleich mit den Bestrebungen, den Einrichtungen, den Arbeitsplänen, den Befestigungsarten und wirtschaftlichen Erwägungen des Auslandes ermöglicht Ir. R. Loman, den Haag, durch seine Abhandlung „Der Straßenbau in Holland". Wir erfahren den wesentlichen Inhalt des in Holland aufgestellten Hauptprogramms für die neuen Straßenverbindungen sowie eines fünfjährigen Arbeitsplanes für die Verbesserung der vorhandenen Staatsstraßen und erhalten eine Übersicht über die am meisten vorkommenden Befestigungsarten der holländischen Reichsstraßen. [B 1571]

Das Kraftwagen-Straßennetz Deutschlands

Von Dr.-Ing. Ph. A. Rappaport, Essen

Festlegung eines Verbindungsnetzes zwischen den Hauptverkehrspunkten — Durchgangsstraßennetz vorwiegend aus vorhandenen Straßen — Neubau von Straßen in besonderen Einzelfällen — Umbau nach Verkehrsbelastung und Verkehrsbedeutung — Bedeutung der Verkehrszählung für den Ausbau — Umfang und Einteilung des deutschen Hauptstraßennetzes — Einstufung der Straßen für den Ausbau — Landstraße, Stadt- und Landesplanung — Keine Kraftwagenbahnen im Kraftwagen-Straßennetz, sondern Freihaltung durch Verkehrsbänder — Grundlagen für die Planbearbeitung.

Die zunehmende Verwendung von Kraftwagen machte es erforderlich, zwischen den Hauptbrennpunkten des Verkehrs ein einwandfreies Verbindungsnetz festzulegen. Zu Beginn des Jahres 1925 hat deshalb die Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau beschlossen, als erste und wichtigste Arbeit des Planungsausschusses den Entwurf zu einem Kraftwagen-Straßennetz Deutschlands in Angriff zu nehmen.

Als Grundlage für die Bestimmung der Hauptverkehrslinien dieses Planes waren neben der Verkehrsspinne der deutschen Eisenbahnlinien die Erzeugungsstellen der Industrie, die Hauptgewinnungs- und Verarbeitungsstellen der landwirtschaftlichen Güter, sowie deren bedeutendste Verbraucherstellen anzusehen. Maßgebend für die Netzgestaltung war der sich hieraus ergebende Kraftwagen-Güter- und Kraftwagen-Personenverkehr, ferner die Beziehungen des deutschen Kraftwagenverkehrs zum Ausland- und Überseeverkehr und in beschränktem Umfang auch der Ausflugverkehr. Das nach vorgenannten wirtschaftlichen und technischen Grundsätzen zur Festsetzung gelangte Kraftwagen-Straßennetz wird je nach der Bedeutung für den Verkehr eingeteilt in ein Hauptdurchgangs-Straßennetz und in ein Netz der Hauptverkehrsstraßen 1. Ordnung.

Als Hauptdurchgangsstraßen gelten Straßenzüge des großen Durchgangsverkehrs zur Verbindung wichtigster Wirtschaftsgebiete unter besonderer Berücksichtigung der Umgehung von Ortschaften, des Zugangs zu den Schiffshäfen, sowie der Auslandanschlüsse. Als Straßen 1. Ordnung gelten alle Hauptstraßen zur Verbindung der Durchgangsstraßen der verschiedenen Landesteile unter besonderer Betonung des Zugangs zu den wichtigeren Ortschaften, Eisenbahnhöfen, Flughäfen usw. Außerdem werden alle noch verbleibenden wichtigen Verbindungsstraßen in einem Netz 2. Ordnung, das jedoch kartenmäßig nicht festgelegt wird, zusammengefaßt.

Nach eingehenden Verhandlungen im Planungsausschuß wurde zunächst eine schematische Planskizze aufgestellt, die die hauptsächlichsten durchgehenden Nord-Süd- und West-Ost-Verbindungen zeigte. Nach Eingliederung dieser schematischen Richtungen in das bestehende Straßennetz konnte im Dezember 1925 die erste Skizze der Hauptdurchgangsstraßen fertiggestellt werden. Danach wurde in zahlreichen Besprechungen durch Aufnahme weiterer Straßenzüge das sogenannte „Fernstraßennetz" fertiggestellt und im März 1926 veröffentlicht. In dem Plan im Maßstab 1 : 2 000 000 waren aus Zweckmäßigkeitsgründen innerhalb dieses Netzes zwei Bauabschnitte von rd. 10 000 km und rd. 5000 km Straßen unterschieden, so daß das gesamte Netz eine Länge von rd. 15 000 km hatte.

Diesen Plan haben die Ministerien des Reichs und der Länder, die Provinzen, Großstädte, Verkehrsverbände und alle in Betracht kommenden Stellen zur Äußerung erhalten. Mehrere hundert eingegangene Äußerungen und Wünsche wurden in Besprechungen in Mainz, Augsburg,

Abb. 1
Vorschlag zum Kraftwagen-Fernstraßennetz Deutschlands. Gesamtstraßenlänge rd. 22 500 km.

Abb. 2
Teilkarte Köln, Blatt 29 des Netzes der Fern- und Hauptverkehrsstraßen 1. Ordnung.

Königsberg und Berlin mit den Beteiligten erörtert; nebenbei liefen Verhandlungen mit dem Deutschen Landkreistag und Städtetag und zahlreichen Stadtverwaltungen. Nach sachlicher Durcharbeitung dieser Verhandlungsergebnisse sind die Hauptdurchgangsstraßen in dem vorliegenden Plan „Vorschlag zum Kraftwagen-Straßennetz Deutschlands", Abb. 1, mit rd. 22 500 km Straßenlänge zu einem Netz vereinigt. Gleichzeitig bearbeitete die Studiengesellschaft neben diesem Netz der Hauptdurchgangsstraßen einen ergänzenden Vorschlag für den Ausbau der Hauptverkehrsstraßen 1. Ordnung. Auch dieses Kartenwerk im Maßstab 1 : 300 000, das das gesamte deutsche Reichsgebiet in 46 Einzelblättern aufteilt, ist fertiggestellt und zeigt in rotem Aufdruck das festgelegte Durchgangsstraßennetz und die vorgeschlagenen Straßenzüge 1. Ordnung mit einer Gesamtlänge von schätzungsweise 45 000 km, Abb. 2.

Gestaltung des Netzes

Bei der Bearbeitung des Durchgangsstraßennetzes sowie des Netzes der Straßen 1. Ordnung waren dieselben Gesichtspunkte maßgebend, wie seinerzeit bei der Aufstellung des „Spitzennetzes"[1]). Bei beiden Straßenstrecken handelt es sich nicht um Entwürfe für selbständig neu zu bauende Kraftwagenbahnen, sondern sie setzen sich überwiegend aus den vorhandenen Straßenstrecken der Staats- und Provinzialstraßen zusammen. Außerdem ist ein großer Teil der Kreisstraßen zum Ausbau vorgesehen, einmal wegen ihrer wirklichen überaus starken Belastung, dann aber ganz besonders zur Verkürzung von großen Umwegen durch Einschalten kleiner Zwischenstrecken.

Einen weiteren großen Bestandteil an dem vorgeschlagenen Straßennetz bilden die Stadtstraßen mit ihrer Durchführung durch die Ortskerne oder ihrer Umleitung auf bestehenden oder geplanten Verkehrsanlagen, auf deren Eintragung besonderer Wert gelegt wurde, Abb. 2. Für die Eintragung der städtischen Durchgangsstraßen fanden die gesamten Karten des deutschen Städtetages Verwendung, und weit über 100 Städte lieferten besondere Karten mit vorhandenen und geplanten Umgehungsstraßen. Mitbestimmend für die Aufstellung des Netzes der Straßen 1. Ordnung waren auch die von Dr.-Ing. Speck, Dresden, ausgewerteten Ergebnisse der Verkehrszählung 1924/25 [2]) mit der graphischen Darstellung des Verkehrs auf deutschen Landstraßen.

Neuanlagen kommen im wesentlichen zur Umgehung zu enger Ortskerne, zum Geradelegen von Krümmungen und zum Vermeiden unerwünschter Niveaukreuzungen mit starren Verkehrsstraßen in Betracht. Vollständige Neubaustrecken sind vorgesehen bei Berührung der besonders eng besiedelten und verkehrsreichen Gegenden, wie beispielsweise des rheinisch-westfälischen Industriegebietes, in denen ein großer Teil der vorhandenen Provinzial- und Stadtstraßen zur Übernahme nicht geeignet sind, weil sie wegen ihrer zentrischen Anordnung eine starke, rein örtliche Überlastung zu tragen haben. Vorbildlich für die Aufstellung großer, dem neuzeitlichen Verkehr entsprechender Straßen, die die Verkehrsmittelpunkte umgehen, sind die geplanten und teils schon ausgebauten Durchgangsstraßen des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, die Verbandsstraßen.

Der Umbau der vorhandenen Straßen und die Anlage fehlender Straßen und Zwischenstücke im Rahmen des vorliegenden Netzes kann nur allmählich vorgenommen werden und richtet sich, abgesehen von besonderen Gründen, nach der Dichte des bestehenden Verkehrs. Diesen kann man in zwei verschiedene Arten einteilen, einmal den auf weite Strecken sich ausdehnenden Durchgangsverkehr und dann den im Wirkungsbereich der Großstädte liegenden Bezirksverkehr. Es wird also dem späteren Ausbau, der planmäßig erfolgen muß, das Ergebnis einer genauen Verkehrszählung zugrunde zu legen sein, die in gewissen Zeitabständen wiederholt werden muß, weil mit dem Bau neuer Strecken und der Entstehung neuer Verkehrsknoten häufig ganz außerordentliche Verkehrsverlegungen verbunden sind.

Ein gutes Bild von der Dichte des herrschenden Verkehrs geben die ausgewerteten Verkehrszählungen des Deutschen Straßenbauverbandes, die unter Mitwirkung des deutschen Landkreistages im Jahre 1924/25 veranstaltet wurden, und die Zählung des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk von 1926. Die erste Zählung erfaßte ausschließlich den Verkehr auf den deutschen Landstraßen, während im Ruhrkohlengebiet der Verkehr auf sämtlichen Hauptdurchgangsstraßen und ganz besonders ihre Belastung innerhalb der Städte selbst ermittelt wurde. Diese Verkehrszählungen haben zahlenmäßig bewiesen, daß sich der Verkehr und besonders der Kraftwagenverkehr zum größten Teil in einem gewissen Bereich der Städte abspielt und an Umfang abnimmt, je weiter er sich von den großen Siedlungen entfernt, bis er endlich auf den eigentlichen Landstraßen des flachen Landes geringe Stärke aufweist. Nur dieser letztere Verkehr, und selbst dieser nur zum Teil, kann als Durchgangsverkehr im eigentlichen Sinne angesehen werden.

Straßeneinteilung nach der Belastung

Soweit aus den bisherigen Veröffentlichungen bezüglich der Verkehrsstraßen Deutschlands zu entnehmen ist, dürfte es sich bei einem Netz aller Hauptstraßen um insgesamt rd. 180 000 km Straßenlänge handeln, wobei in dieser Zahl sämtliche Staats- und Provinzialstraßen, ein großer Teil der Kreisstraßen und die Durchgangsstraßen innerhalb der Stadtgebiete eingerechnet sind. Nach den Vorschlägen der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau entfallen

auf die Hauptdurchgangsstraßen . . . rd. 22 500 km,
„ „ Verkehrsstraßen 1. Ordnung . . 45 000 „
und mithin auf die Straßen 2. Ordnung rd. 112 500 „ .

Von großer Bedeutung für den späteren Ausbau ist die Einteilung dieser Straßen nach ihrer Belastung. Nach den Ergebnissen der Verkehrszählung des Deutschen

[1]) Berlin 1926, Selbstverlag der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau. [2]) Vergl. S. 617.

Straßenbauverbandes, die sich auf rd. 90 000 km erstreckte, sowie nach den Zählergebnissen im Ruhrgebiet teilt man die Straßen am besten in folgende drei Gruppen ein:

In die 1. Gruppe entfallen die Straßen mit einem täglichen Gesamtverkehrsgewicht von mehr als . . . . 600 t,
in die 2. Gruppe entfallen die Straßen mit 200 bis 600 t,
in die 3. Gruppe entfallen die Straßen mit 0 „ 200 t.

Bei der Einstufung selbst könnte allerdings nicht ausschließlich die bisher festgestellte Verkehrsbelastung als Maßstab dienen, sondern es müßten, insbesondere auch in Hinsicht auf die Landesverteidigung oder auch auf besondere wirtschaftliche Bedeutung und Aufschließung, gewisse Straßen über ihr Verkehrsgewicht hinaus eingestuft werden. Noch weitere Faktoren, z. B. den tatsächlichen Ausbauzustand oder die tatsächlichen jährlichen Unterhaltungskosten, bei der Eingruppierung zu berücksichtigen, erscheint zu schwierig.

Will man den allmählichen Ausbau der Straßen wirklich planmäßig fördern, dann muß man zunächst die Hauptdurchgangsstraßen eingruppieren in obige Belastungsgruppen, in gleicher Weise später auch die Straßen 1. Ordnung. Nur so ergibt sich eine klare Ausbaufolge der Straßenstrecken, die wirklich zu einem wichtigen Gesamtnetz gehören, und die jeweils erforderliche Ausbauart.

Die Art der Befestigung wird beim Entwurf der Netzkarte überhaupt nicht in Betracht gezogen. Bei der Führung der Straßenzüge war zu berücksichtigen, daß die Hauptverkehrsstraßen der großen Städte meist strahlenförmig in das Land hinausgehen, und daß diese Radialstraßen für den großen Durchgangsverkehr nicht in Betracht kommen. Lage, Länge und Führung der Umgehungsstraßen sind wichtige Glieder im Gesamtplan, die unmöglich von den einzelnen örtlich beteiligten Stellen allein geklärt werden können. Auch zum Einführen des Kraftwagenverkehrs von diesen Umgehungsstraßen in die Städte eignen sich die vorhandenen Landstraßen häufig nicht, da sie zu eng und zu unübersichtlich geführt sind. Dem Zusammenhang zwischen Landstraße und Stadtplanung, der Landesplanung, muß mit Rücksicht auf den Kraftwagenverkehr eine stärkere Beachtung geschenkt werden. Was nützt die beste Landstraße, wenn eine enge Kleinstadt den Verkehr nicht durchläßt. Immer mehr werden die Stadtpläne zu Teilen der großen verkehrstechnischen und wirtschaftlichen Gesamtplanung, die städtischen Hauptstraßen Teile des großen Gesamtstraßennetzes.

Straßenausbau

Die Anordnung von Kraftwagenbahnen, die ausschließlich dem Kraftverkehr dienen, ist in dem Plan nicht besonders kenntlich gemacht; sie wird vorläufig auf wenige Ausnahmefälle beschränkt bleiben müssen. Wo sich die Anlage solcher Kraftwagenbahnen in absehbarer Zeit als notwendig und zweckmäßig erweist, ist für die erforderliche Freihaltung der Strecke durch „Verkehrsbänder" schon jetzt Sorge zu tragen. Bei unsrer heutigen Wirtschaftslage ist solche Freihaltung der beste Wechsel auf die Zukunft.

Für den Augenblick wichtiger ist die Umgestaltung der vorhandenen Landstraßen, und zwar neben der Befestigung vor allem die Schaffung der erforderlichen Straßenbreite. Angenommen sind in Übereinstimmung mit den sonstigen Beschlüssen der Studiengesellschaft grundsätzlich Spuren von 3 m Breite. Hinsichtlich der Zahl der Spuren ist weitestgehende Anpassung an das wirklich Erforderliche vorgesehen. Während man weitab von den Städten für den Durchgangsverkehr mit einer nutzbaren Breite von zwei Wagenspuren, also 6 m, auskommt, wird man für stark benutzte Straßen, je näher an der Großstadt eine um so größere Breite, also drei oder vier Wagenspuren vorsehen müssen. Die Trennung besonderer Spuren für Lastkraftwagen und Personenwagen voneinander ist nicht in Aussicht genommen. Wesentlicher ist, die Bebauung möglichst weit zurückzurücken, um für die Zukunft die Möglichkeit zu haben, die befestigte Fahrbahn zu verbreitern.

Es ist zu wiederholen, daß für die Hauptdurchgangsstraßen nicht überall gleichmäßig dieselben Querschnittsanordnungen, noch durchweg gleichmäßig die besten Befestigungsarten erforderlich sind. Man wird bei weniger verkehrsreichen Strecken, auch wenn sie linienmäßig in das bevorzugt zu behandelnde Netz gehören, einstweilen mit dem vorhandenen Querschnitt und mit einer wassergebundenen Befestigung, etwa mit Oberflächenbindung, auskommen müssen. Gerade auf diesen Unterschied des verschiedenen, von der Benutzungsstärke abhängigen Ausbaues, muß besonders hingewiesen werden, weil sonst auf Grund falscher Voraussetzungen leicht die ganze Absicht des Netzentwurfes mißdeutet werden kann.

Die Frage der Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit der Aufstellung eines Kraftwagenstraßennetzes ist soviel erörtert worden, daß hier noch einmal die Grundsätze dargelegt sein mögen, die die Studiengesellschaft bei der Bearbeitung geleitet haben:

„Die Studiengesellschaft will mit dem Entwurf zu einem Kraftwagen-Straßennetz Klarheit schaffen über die Wege, die der Kraftwagenverkehr auf größere Entfernungen, möge er stark oder schwach sein, nimmt oder nehmen kann. Sie will die jetzigen Streitigkeiten einzelner Gemeinden, Kreise und Verbände über die Wichtigkeit ihrer Straße als Durchgangsstraße oder Teil eines Durchgangsstraßenzuges klarlegen. Sie will ferner bei Neuherstellung von Umgehungsstraßen, Verbesserungsstraßen und dergl. ungeeignete Führungen und unnötige Geldausgaben vermeiden. Sie will durch einheitliche Richtungsbezeichnungen diese Züge kenntlich machen, u. U. auch durch polizeiliche Verkehrsbestimmungen den reibungslosen Kraftwagen-Durchgangsverkehr auf diesen Straßenzügen sicherstellen. Zweck des Planes ist, jedem Kraftfahrer Gewißheit zu geben, wie er möglichst bequem und verkehrssicher von A über C nach B gelangen kann. Ein solches Kraftwagen-Straßennetz würde sich auch ohne die Studien der Gesellschaft zwangsweise durch das Wesen des Kraftwagenverkehrs herauslösen; es sei nur an die Verhandlungen über die Straßenzüge Basel – Frankfurt – Hamburg oder München – Leipzig – Berlin erinnert. Daß die einzelnen Straßenstrecken des Netzes nur so unterhalten oder erweitert und befestigt werden sollen, wie es der jeweilige Verkehr erfordert, ist wiederholt betont. Auch besteht kein Zweifel, daß neben den Straßen dieses Netzes zahlreiche andere Straßen einen gleichen oder stärkeren Verkehr haben können; man denke nur an die Hauptverkehrsstraßen mancher Städte. Diese stark belasteten Straßen sollen gewiß nicht schlechter behandelt werden als die Strecken die Teile eines Durchgangsstraßenzuges sind.

Die Studiengesellschaft ist sich darüber klar, daß die Straßenunterhaltung Sache der Unterhaltungspflichtigen ist. Sie will, und das ist ihre selbstgestellte Aufgabe, nur Anregungen geben und Vorschläge machen, wie man zweckmäßig im Interesse des Automobilverkehrs und der weitschauenden Verkehrsbeziehungen bezüglich der Verkehrsführung, der Unterhaltung und des Ausbaus verfahren kann. Es ist Sache der amtlichen Verkehrsorgane und der Wegeunterhaltungspflichtigen, die bei allen Vorschlägen der Studiengesellschaft weitestgehend mitwirken, inwieweit sie den Anregungen entsprechen wollen. Daß noch manches im Endziele nicht ganz geklärt ist und daß auch manche Bezeichnungen klarer sein könnten, soll gern zugegeben werden. Die Aufgaben und Ziele des Kraftwagenverkehrs befinden sich in schnellster Entwicklung; daher auch die Studien zu ihrer Klärung."

Die Notwendigkeit selbst wird zur Zeit nicht mehr ernstlich bezweifelt. Die Mehrzahl aller Länder, vor allem das im Kraftwagenverkehr voranschreitende Amerika, hat längst derartige Netzkarten für einheitlich zu unterhaltende Kraftwagenstraßen aufgestellt. Nachdem inzwischen auch bei uns das Reichsverkehrsministerium die Aufgabe in Angriff genommen hat, steht zu hoffen, daß aus Studien und Anregung nunmehr Wirklichkeit wird und daß wir auch in Deutschland bald ein kartenmäßig klares, nach bestimmten Grundsätzen auszubauendes und für den Kraftwagenverkehr später wirklich brauchbares Straßennetz haben werden. [B 1553]

Straßenverkehr und Finanzierung des Straßenbaues

Von Ministerialrat Dr.-Ing. Speck, Dresden

Entwicklung des Kraftwagenverkehrs — Notwendigkeit zum planmäßigen Wiederaufbauen der Straßen — Ergebnisse der ersten deutschen Verkehrszählung — Finanzierung der Straßenbauten, Verteilung der Kraftfahrzeugsteuer, freiwillige Straßenbauanleihen.

Verkehrsentwicklung

Die um die Jahrhundertwende einsetzende beispiellose Entwicklung des Kraftfahrzeugwesens hat auf dem Gebiete des Straßenbaues eine völlige Umwälzung hervorgerufen, die noch nicht beendet ist. Denn nach den Erfahrungen in den vom Weltkrieg weniger geschädigten Ländern ist mit einem weiteren Anstieg der Zahl der Kraftfahrzeuge zu rechnen, und auch das Kraftfahrzeug selbst, sowohl der Personenkraftwagen wie der Lastkraftwagen und das Kraftrad, wird noch weitere Entwicklungsstufen durchmachen. Dazu kommt der beginnende wirtschaftliche Aufschwung Deutschlands, der eine erhebliche Verkehrssteigerung in der Personen- und Lastenbeförderung erwarten läßt. Einige Zahlen mögen dies erläutern:

Zahlentafel 1
Bestand an Kraftfahrzeugen ohne Krafträder.

1	2	3	4
Jahr	Deutschland ohne Elsaß-Lothringen		Auf einen Wagen entfallen Einwohner
	Personenkraftwagen	Lastkraftwagen	
1907	9 520	932	5 964
1914	57 664	9 349	928
1921	60 966	30 424	680
1925	174 665	80 363	244
1926	206 487	90 029	210
1927	267 774	100 969	169

Zahlentafel 2
Weltbestand an Kraftfahrzeugen 1926:

	Wagenbestand	Auf einen Wagen entfallen Einwohner
in Italien	115 000	346
„ Deutschland	296 000	210
„ Belgien	93 000	82
„ Schweden	82 000	74
„ Frankreich	735 000	54
„ Großbritannien	903 000	49
„ den Vereinigten Staaten von Amerika	19 954 000	6

Die Krafträder sind des Vergleichs wegen in Zahlentafel 1 weggelassen, da sie in Zahlentafel 2 nicht enthalten sind. Ihre Zahl betrug in Deutschland 1925: 161 508, 1926: 236 387, 1927: 295 186, soviel wie 1926 Personen- und Lastkraftwagen zusammen

Nicht nur die ständig wachsende Zahl der Kraftfahrzeuge, sondern vor allem die gänzlich veränderte Beanspruchung der Straßen durch das neue Verkehrsmittel hat den Umschwung im Straßenbau hervorgerufen. Sie wird gekennzeichnet

1. durch den Ersatz des gezogenen Rades des Pferdefuhrwerks durch das ziehende Triebrad des Kraftwagens,
2. durch die namhafte Erhöhung der Geschwindigkeit der Fahrzeuge,
3. durch die Erhöhung der Eigen- und Ladegewichte der Fahrzeuge und
4. durch das Zusammenwirken der verschiedenen Verkehrsarten, den gemischten Verkehr.

Dieser erhöhten Inanspruchnahme der Straße, die schon bei gleicher Zahl der Fahrzeuge und bei gleicher Belastung ein Vielfaches der früheren beträgt — für den Freistaat Sachsen wurde schon für 1924 die sechsfache Beanspruchung gegenüber 1909 berechnet, eine Zahl, die heute überall mindestens auf das Zehnfache gestiegen ist —, waren die alten wassergebundenen Kies- und Schotterstraßen nicht gewachsen, und es mußten neue Bauweisen eingeführt werden, um die außerdem noch durch die mangelhafte Unterhaltung im Krieg und in den Nachkriegsjahren geschwächten Straßen wieder instandzusetzen, ferner für den gemischten Verkehr von Pferdefuhrwerken und Kraftwagen widerstandfähiger zu machen und dem Schnellverkehr anzupassen.

Verkehrszählung

Mit einfachen Mitteln war da nicht mehr zu helfen. Technik und Wirtschaft mußten auf neue Wege sinnen, um das deutsche Überlandstraßennetz von 190 000 km Länge wieder instandzusetzen. Dafür mußte ein Plan aufgestellt werden.

Das ist aber nur möglich, wenn die Verkehrsgrößen bekannt sind. Diese werden durch Verkehrszählungen ermittelt. Baden hatte bereits seit dem Jahr 1850 regelmäßig Verkehrsschätzungen auf seinen Staatsstraßen ausgeführt, ebenso der Freistaat Sachsen seit 1870, und Württemberg und Bayern. Teils wurden nur die Zugtiere, teils nur die Fuhrwerke, teils beides gezählt. Um nun vergleichbare Zahlen zu erhalten, war es notwendig, überall nach einem einheitlichen Muster zu zählen und sämtliche deutschen Länder in die Zählung einzubeziehen. Es ist das große Verdienst des Deutschen Straßenbauverbandes, des amtlichen Zusammenschlusses der leitenden Baubeamten der deutschen Länder und der preußischen Provinzen, diese Einheitlichkeit zustande gebracht zu haben, und dem Deutschen Landkreistag ist es zu danken, daß er sich für seine Kreisstraßen an dem Werke beteiligt hat.

In Preußen sind die alten Staatsstraßen in die Hände der Provinzen als Selbstverwaltungskörper übergegangen, die sie zum Teil durch die Landkreise unterhalten lassen; in den meisten übrigen Ländern bestehen Staatsstraßen. Die Zählung erstreckte sich auf die Staats- und Provinzialstraßen sowie auf einen nicht unerheblichen Teil der wichtigeren Kreisstraßen. Es sind erstmalig in der Zeit vom 1. Oktober 1924 bis zum 30. September 1925 auf 89 429 km, das ist die knappe Hälfte des deutschen Landstraßennetzes, wenn die rd. 120 000 km Kreisstraßen dazu gerechnet werden, auf allen deutschen Staats- und preußischen Provinzialstraßen (65 752 km) und einem Teil der Kreisstraßen (23 677 km) nach den Leitsätzen des Deutschen Straßenbauverbandes an 21 gleichmäßig auf das Jahr und die sieben Tage der Woche verteilten Tagen und sieben Nächten auf 17 476 Zählstrecken sämtliche durchfahrenden Fahrzeuge gezählt und deren Gewichte geschätzt worden, die Fuhrwerke in Gruppen bis 1500 kg, von 1500 bis 2500 kg, von 2500 bis 3500 kg und über 3500 kg, die Krafträder, die Personenkraftwagen, die Lastkraftwagen unbeladen und beladen nach gewissen Einheitsgewichtgruppen, ferner die Anhänger und außergewöhnliche Lasten nach dem wirklichen Gewicht. Die Ergebnisse sind sodann nach Auswertung durch die zählenden Bauverwaltungen von der Sächsischen Straßen-Baudirektion unter der Leitung des Verfassers in der ersten deutschen Straßenverkehrskarte dargestellt worden[1]). Durch diese erste einheitliche Verkehrszählung sind wichtige neue Begriffe in die Straßenbauwissenschaft eingeführt worden: Die Verkehrsgrößen einer Straßenstrecke, gemessen innerhalb 24 Stunden nach dem Jahresdurchschnitt der 21 Zählungen, und zwar in Tonnen und nach Zahl der Fahrzeuge, getrennt nach den drei Gattungen: bespannte Fahrzeuge, Personenkraftwagen einschließlich der Krafträder und Lastkraftwagen. Die Tonnenzahl gibt die Schwere, die Fahrzeugzahl die Dichte des Verkehrs an.

[1]) Zu beziehen von der Straßenbaudirektion, Dresden N 6, Finanzmin., zum Preise von 30 ℳ.

Abb. 1 und 2
Anteil der Verkehrsgruppen am Gesamtverkehr einer Straßenstrecke in 24 h nach 21 Zählungen im Jahr.

Abb. 3
Anteil der sieben Verkehrsstufen am Gesamtverkehr.

Einige Ergebnisse der Verkehrszählung seien hier bekanntgegeben. Dabei handelt es sich, weil beim ersten Versuch die Kreisstraßen in Preußen und die Straßen ähnlichen Charakters noch nicht planmäßig einbezogen waren, zunächst um Teilergebnisse, die erst bei der nächsten Zählung vom 1. Oktober 1928 bis 30. September 1929 berichtigt werden können. Trotz dieses Umstandes sind folgende allgemein gültige Ergebnisse gefunden worden:

1. In Deutschland herrscht noch durchweg gemischter Verkehr, Abb. 1 und 2. Das Reichsmittel beträgt für bespannte Fahrzeuge 50,5 vH dem Gewicht und 55,7 vH der Zahl nach, für Personenkraftwagen und Krafträder 21,7 vH dem Gewicht und 33,7 vH der Zahl nach, für Lastkraftwagen 27,8 vH dem Gewicht und 10,6 vH der Zahl nach.

   In der Provinz Ostpreußen herrscht der größte Pferdefuhrwerkverkehr mit 83,2 vH, im Freistaat Lübeck der größte Personenkraftwagen- und Krafträderverkehr mit 33,8 vH und in der Rheinprovinz der größte Lastkraftwagenverkehr mit 53,4 vH, auf die Gewichte bezogen.

2. Die mittlere Belastung im Reichs- und Jahresmittel beträgt 323 t/24 h, wovon 163 t auf bespannte Fahrzeuge, 70 t auf Personenkraftwagen und 90 t auf Lastkraftwagen entfallen. Die Höchstwerte weichen ganz erheblich vom Mittelwert ab.

3. Für die Gewichtstufen sind die Landesmittelwerte:

0 bis 200 t =	41.6 vH
201 bis 400 t =	35,9 vH
	77,5 vH
401 bis 800 t =	17,2 vH
801 bis 1200 t =	2,9 vH
	20,1 vH
1201 bis 1600 t =	1,3 vH
über 1601 t =	1,1 vH
	2,4 vH.

   Es ergibt sich also, daß der leichte und mittlere Verkehr in Deutschland noch vorherrscht, was für die Verwirklichung des Instandsetzungsplanes von großer Bedeutung ist, Abb. 3.

4. Die Strecken mit dichtem und schwerem Verkehr liegen fast ausnahmslos in den Ausfallstraßen der großen und mittleren Städte. Straßenzüge mit ausgesprochenem großen Durchgangverkehr gibt es noch nicht. Die Anballung des Verkehrs beschränkt sich auf stark industrielle Wirtschaftsgebiete, wie Rheinland, Westfalen, Freistaat Sachsen, und auf Groß- und Industriestädte und ihre Umgebung.

5. Aus dem Vergleich mit früheren Zählungen ergibt sich weiter, daß die Steigerung des Verkehrs auf den Strecken mit großem Verkehr verhältnismäßig rascher vor sich geht als auf den Strecken geringeren Verkehrs. Wenn sich also z. B. die Kraftwagenzahl in einem bestimmten Zeitraum verfünffacht, beträgt die Zunahme an den Ausfallpforten mehr, vielleicht das Acht- bis Zehnfache, dagegen auf den langen Überlandstrecken höchstens das Dreifache. Auch dieser Umstand ist bei dem Instandsetzungsplan zu beachten und läßt die Verhältnisse wesentlich günstiger erscheinen, als zunächst nach den Mittelwerten anzunehmen war.

Zahlentafel 3
Jahresmittelwerte einiger Länder auf den Staats- und Provinzialstraßen[2]) nach der Zählung vom 1. Oktober 1924 bis 30. September 1925.

Land	Bespannte Fahrzeuge t/24 h	Personenkraftwagen u. Krafträder t/24 h	Lastkraftwagen t/24 h	Kraftfahrzeuge insges. t/24 h	Gesamtverkehr t/24 h
1. Preußen:					
a) Ostpreußen	220	47	26	73	293 (220)
b) Brandenburg	229[3])	109	102	211	440 (345)
c) Hannover	181	85	84	169	350 (223)
d) Westfalen	220	169[3])	313	482	702[3]) (494)
e) Rheinprovinz	144	156	347[3])	503[3])	647 (613)[3])
2. Bayern	151	86	114	200	351 —
3. Sachsen	178	145	151	296	474 —
4. Württemberg	160	92	139	251	391 —
5. Baden	148	93	129	222	370 (328)
6. Thüringen	148	91	75	166	314 —
7. Oldenburg	130	62	55	117	247 —
8. Braunschweig	183	77	66	143	326 —
9. Mecklenburg-Schwerin	169	51	32	83	252 —

[2]) Die Klammerwerte in der letzten Spalte geben die entsprechende Zahl mit Einrechnung der Kreisstraßen an; die Mittelwerte sind wegen der geringeren Belastung der Kreisstraßen niedriger.
[3]) Ohne die Kreisstraßen.

Die nächste Zählung wird den Hauptmangel der ersten, einer ungleichen Beteiligung der Kreis- und Gemeindestraßen, vermeiden und vor allem erst durch den Vergleich brauchbare Aufschlüsse über das Ansteigen des Verkehrs ermöglichen sowie die unverkennbar vorhandene Beziehung zwischen der Anzahl der Kraftfahrzeuge und den Verkehrsgrößen erfassen lassen. Voraussichtlich werden sich auch außerdeutsche Länder dem deutschen Muster anschließen; Österreich hat bereits einen dahingehenden Beschluß gefaßt. Die österreichische Verkehrskarte von 1926[4]) ist auf ähnlicher Grundlage aufgebaut wie die deutsche, nur ist an viel weniger Tagen und nicht im Winter gezählt worden, so daß der Vergleich mit der deutschen Karte von 1924/25 nicht möglich ist. Die deutschen Werte erscheinen wegen Einbeziehung des Winters und weil sie 1½ Jahr eher festgestellt worden sind, im Verhältnis zu den österreichischen Werten viel zu klein. Wichtig ist beim Ansteigen des Verkehrs, daß alle Länder im gleichen Zeitraum wie Deutschland zählen und daß sowohl Gewichts- wie Zahlenschätzungen vorgenommen werden. Denn die von der wirtschaftlichen Struktur abhängige Verteilung der Kraftfahrzeuge auf die einzelnen Gattungen der Last-

[4]) Herausgegeben vom österr. Handelsministerium in Wien.

kraft-, der Personenkraftwagen und insbesondere der Kleinwagen und Krafträder ist in den einzelnen Ländern sehr verschieden.

Mit Hilfe der Verkehrsstatistik wird es in Zukunft wesentlich leichter sein, die einzelnen Straßenbauweisen miteinander zu vergleichen und ihnen für einen Aufbauplan eine bestimmte Wertigkeit zuzuerkennen. Es hat schon der Brauch Eingang gefunden, von leichten, mittelschweren und schweren Decken zu sprechen, dergestalt etwa, daß die leichten einem Verkehr bis höchstens 400 t, die mittelschweren einem solchen bis 750 t, die schweren höherem und höchstem Verkehr gewachsen sein sollen, ohne daß damit etwa fest begrenzte Werte festgelegt werden sollen. Denn für die Haltbarkeit der Decken sind auch noch andre Faktoren maßgebend, wie der Untergrund, der Unterbau, die Höhenlage, das Gefälle, die Breite der befestigten Fläche, die Gesteinsart, und schließlich sind für die Beurteilung noch längere Erfahrungen mit den neuzeitlichen Straßenbauweisen nötig.

Finanzierung

Die zahlreichen Versuche der Länder mit neuen Bauweisen, unterstützt von den Arbeiten des Deutschen Straßenbauverbandes auf der Braunschweiger Versuchsbahn und der Studiengesellschaft für den Bau von Automobilstraßen, haben erwiesen, daß die schwierige Frage der Instandsetzung der Straßen und ihre Anpassung an den modernen Verkehr t e c h n i s c h lösbar und durchführbar ist. Die Kosten des Ausbaues der deutschen Landstraßen werden verschieden geschätzt. Schon deshalb, weil die Annahmen über die Zeitdauer des Ausbaues zunächst willkürlich sind und die Kosten der einzelnen Bauweisen und diese selbst noch nicht feststehen.

Je länger der Beginn des Ausbaues aber hinausgeschoben wird, um so mehr kostet die Instandsetzung, weil die Unterhaltungskosten der alten Strecken länger zu tragen sind und die Instandsetzung heruntergewirtschafteter Straßen wesentlich teurer wird, als wenn man sie rechtzeitig vornimmt. Die Kosten der Instandsetzung des 190 000 km umfassenden Landstraßennetzes betragen nach den schon etwas zurückliegenden Schätzungen von Dr. B r i x, Dr. S c h e n k, Dr. W i e n e c k e, Dr. D e i d e s h e i m e r, des Verfassers und andrer 3 bis 5 Milliarden ℳ. Wenn man aber berücksichtigt, daß der Kraftwagenverkehr, insbesondere der Lastkraftwagenverkehr und der regelmäßige Liniengüterverkehr, sich bedeutend schneller entwickeln wird, als vor zwei Jahren angenommen werden konnte, und daß die Ansprüche der Straßenbenutzer an gute Straßen, sowie nur erst ordentlich mit der Instandsetzung begonnen wird, sehr schnell steigen werden, daß ferner der Ausbau der großen Durchgangsstraßen in kürzester Zeit durchgeführt werden muß, so ergibt sich, daß die geschätzte Kostensumme zu niedrig ist.

Auf Grund einer Berechnung, die ich unter Zugrundelegung der tatsächlichen Belastung der jetzigen Straßen mit Berücksichtigung des Anwachsens des Verkehrs angestellt habe, komme ich auf 7 Milliarden ℳ, worin die Kosten der Instandsetzung, des Ausbaues nach modernen Verkehrsgrundsätzen und der Unterhaltung, die doch gleichzeitig aufgewendet werden müssen, zusammengefaßt sind. Bei einer Ausbauzeit von 8 Jahren sind das jährlich 875 Millionen ℳ. Die Unterhaltung n a c h der Instandsetzung und dem Ausbau wird mit 400 Millionen ℳ angesetzt werden müssen, während die Unterhaltung in den Jahren von 1900 bis 1910, also im Anfang der Entwicklung des Kraftverkehrs, etwa mit 100 Mill. ℳ oder auf den Zeitwert des Geldes umgerechnet auf 200 Mill. ℳ anzunehmen ist. Die wirklichen Mehrkosten, die durch den Kraftwagenverkehr verursacht sind, wird man also acht Jahre lang auf jährlich 875 — 200 = 675 Mill. ℳ und nach acht Jahren auf jährlich 400 — 200 = 200 Mill. ℳ schätzen können. Die Angabe von 300 Mill. ℳ in der Denkschrift der Reichsregierung zur Begründung des neuen Kraftfahrzeug-Steuergesetzes halte ich für zu optimistisch. Der tatsächliche Aufwand der Länder für die rd. 65 000 km Staats- und Provinzialstraßen beträgt nach den Anschlägen schon 284 Mill. ℳ für 1927. Rechnet man hierzu den Aufwand für die 125 000 km Kreisstraßen und einen großen Teil der Gemeindestraßen, die von Kraftwagen benutzt werden, und berücksichtigt weiter, daß die meisten Wegebauverwaltungen noch ganz im Anfang der Instandsetzung und des Ausbaues stehen und daß es zur Zeit vielen Wegebaupflichtigen überhaupt noch nicht möglich ist, die als notwendig erkannten Mittel zu beschaffen, so erkennt man, daß die neu berechnete Summe nicht zu hoch ist.

Die Hauptfrage ist nun die A u f b r i n g u n g d e r M i t t e l. Daß schnellste Instandsetzung der Straßen nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich das einzig richtige ist, habe ich bereits im November 1925 in einem Vortrage nachgewiesen[5]), der die Grundlage der sächsischen Denkschrift vom 4. Februar 1926 bildet. Die beiden Grundsätze lauten:

1. D e r G e w i n n d e r W i r t s c h a f t a u s d e r I n s t a n d s e t z u n g d e r S t r a ß e n b e t r ä g t e i n V i e l f a c h e s d e r A u s g a b e n.

2. Die U n t e r l a s s u n g oder auch nur Hinausschiebung d e r I n s t a n d s e t z u n g hat außerdem eine V e r g e u d u n g v o n B e t r i e b s k o s t e n für die Fahrzeughalter zur Folge.

Die S t r a ß e ist also ein die P r o d u k t i o n f ö r d e r n d e s und d e r W i r t s c h a f t u n g e h e u r e W e r t e s c h a f f e n d e s G l i e d d e s S t a a t s k ö r p e r s. Ein armes Land kann sich deshalb den Luxus schlechter Straßen nicht leisten.

Daß das Hinausschieben der Instandsetzung wegen der fortschreitenden Zerstörung und erhöhten Unterhaltungskosten an sich schon teurer ist, war bereits erwähnt worden. Nun betragen aber die Betriebskosten der Kraftfahrzeuge auf guten Straßen höchstens 80 vH der Betriebskosten auf schlechten Straßen; denn die Ersparnis an Reifen, an Benzin, Wagenunterhaltung, Federn usw. beträgt im Mittel mindestens 20 vH; Dr. E i c k n e r hat neuerdings 22 vH für Hannover berechnet. Nach den eingehenden sächsischen Berechnungen aus den festgestellten Fahrzeugkilometern und den tatsächlich instandgesetzten Straßenstrecken ergibt sich, daß allein diese Ersparnisse in der Zeit von 20 Jahren, Bauzeit 6 Jahre, Tilgung der Anleihe 20 Jahre, doppelt so hoch sind wie die Ausgaben unter Zurechnung der Verzinsung und Tilgung der Anleihe. Zu diesen unmittelbaren Ersparnissen treten aber noch weitere Gewinne, und zwar der Zeitgewinn bei der Güterbeförderung, die Steigerung der Ladefähigkeit der Fahrzeuge, die Verbilligung der Waren usw. Schließlich können nach Prof. B e c k e r die deutschen Fahrzeuge wesentlich leichter gebaut werden, wodurch eine nicht unwesentliche Verminderung des im Kraftfahrzeugbau angelegten Kapitals eintritt, und die deutschen Wagen werden auf dem Weltmarkt wettbewerbfähiger. Alle diese Gewinne treten nicht ein, wenn die Instandsetzung der Straßen unterbleibt oder hinausgeschoben wird, und die Betriebstoffe sowie die Wagenunterhaltungskosten werden nutzlos aufgewendet.

Es ist deshalb gerechtfertigt, den Instandsetzungsplan der Straßen als kapitalsparendes Unternehmen und in wirtschaftlichem Sinn als produktiv zu bezeichnen und die Kosten, da sie nicht nur der jetzigen, sondern der kommenden Generation zugutekommen, in dem Maß im A n l e i h e w e g e zu beschaffen, als die Länder, Provinzen und Kreise die Straßenbaukosten nicht im ordentlichen Haushalt aufbringen können. Tatsächlich haben auch schon Anhalt, Baden, Bayern, Lippe, Mecklenburg-Schwerin und -Strelitz, viele preußische Provinzen den Weg der Anleihe beschritten. Der Freistaat Sachsen hat den Weg der inneren Anleihe gewählt, indem der Straßenbauverwaltung seit 1926 zur Unterhaltung, Instandsetzung und zum Ausbau der 3550 km Staatsstraßen jährlich sechs Jahre lang ein Vorschuß aus dem außerordentlichen Haushalt von je 10 Mill. ℳ bewilligt wird, der mit 8 vH verzinst und in 20 Jahren getilgt wird und zu den ordentlichen Mitteln von etwa 12,5 Mill. ℳ hinzutritt.

Nun steht ja außer den allgemeinen Landessteuern den Wegebaupflichtigen noch die Kraftfahrzeugsteuer zur Verfügung, die nach § 45 des Finanzausgleichgesetzes

[5]) S p e c k, „Verkehrstechnik" Bd. 7 (1926) S. 201 u. 228.

Zahlentafel 4
Anteil einiger Länder an der Kraftfahrzeugsteuer für 1926.

1		2	3	4		5	6	7		8		9	10
Land	Staats- und Provinzstraßenlänge in 1000 km	Verteilung 1926 in Mill. M	Aufkommen 1926 in Mill. M	a Unterschied Verteilung / Aufkommen in Mill. M	b in vH	Kraftfahrzeuge auf 1 km² Fläche	Kraftfahrzeuge je 1 km Straßenlänge	a tkm/km² Verkehrsleistung zu Gebietsgröße	b km/km² Straßenlänge zu Gebietsgröße	a Aufkommen je Kraftfahrzeug 1926	b Verteilung je Kraftfahrzeug 1926	Aufwendung 1926 Mill. M	Aufwendung / Verteilung vH
Preußen	37,9	61,6	60,9	+ 0,7	101,0	1,100	8,49	26,8	0,130	189	192	135,0	219
Bayern	6,9	13,8	11,0	+ 2,8	126,2	0,880	9,70	18,1	0,091	164	207	19,7	143
Sachsen	3,5	6,3	11,7	— 5,4(!)	54,0	3,930	16,70	69,7	0,235	199	107	22,7	360
Württemberg . .	2,7	4,3	4,9	— 0,6	87,8	1,262	9,23	31,7	0,137	199	175	10,8	251
Baden	2,9	3,6	4,3	— 0,7	82,9	1,520	7,85	43,1	0,194	188	156	11,8	328
Braunschweig .	0,7	0,8	0,9	— 0,1	90,7	1,365	6,85	28,6	0,199	179	163	2,4	300
Mecklenburg-Strelitz . . .	0,3	0,4	0,1	+ 0,3	334,2	0,295	3,40	8,1	0,087	135	450	0,5	125

von den Ländern „mindestens zur Hälfte“ zu Zwecken der öffentlichen Wegeunterhaltung zu verwenden war. Erst im Gesetz vom 15. Mai 1926 ist bestimmt worden, daß die Steuer in ganzer Höhe zur Wegeunterhaltung zu verwenden ist. Damit ist der Charakter der Steuer als reiner Zwecksteuer für die Straßenunterhaltung endgültig festgelegt. Für das Jahr 1928 ist sie nach den neuen Sätzen des Gesetzes vom 21. Dezember 1927 auf 153 Mill. M veranschlagt. Die Steuer deckt also noch nicht den vierten Teil des für Instandsetzung, Unterhaltung und Ausbau des Wegenetzes erforderlichen Aufwandes, wobei die auf die Städte entfallende Last gar nicht mit eingerechnet ist.

Leider wird diese Reichssteuer an die Länder aber nach einem Schlüssel: ½ Fläche + ¼ Einwohnerzahl + ¼ Aufkommen (abzüglich 4 vH für Verwaltung) verteilt, der dem tatsächlichen Aufkommen, der Verkehrsgröße und -dichte, der Straßenlänge und dem tatsächlichen Bauaufwand in keiner Weise Rechnung trägt, Zahlentafel 4.

Gerade die Länder, die starken Verkehr haben und die auch viel für den Straßenbau aufwenden müssen und tatsächlich aufwenden, müssen noch von ihrer Steuer an Länder mit geringem Verkehr und wenig Bauaufwand abgeben. Wenn z. B. Sachsen nur 54 vH seines Aufkommens bei der höchsten spezifischen Verkehrsleistung, der größten Dichte des Straßennetzes usw. erhält, während Mecklenburg-Strelitz bei entsprechenden Niedrigstwerten 334,2 vH des Aufkommens bekommt, Spalte 4 b der Zahlentafel 4, so ist hier dringend Abhilfe notwendig. Das Verhältnis der Aufwendungen zur Verteilung (Sp. 10) ist für einzelne Länder unerträglich. Die Entschließung des vorläufigen Reichswirtschaftsrates, der die Verteilung „nach dem Anteil am Ausbau eines deutschen Straßennetzes für Automobilverkehr unter Berücksichtigung der Verkehrsdichte und unter Gütevorschriften für die Straßenart“ fordert, ist nur zu begrüßen. Gerade die Steuerschuldner und ihre Kreise, also die Wegebenutzer, die Kraftfahrzeugindustrie und die Wirtschaft haben das größte Interesse daran, daß die Steuern nach wirtschaftlichen Grundsätzen dorthin verteilt werden, wo die Straßen in Ordnung gebracht werden müssen, weil der Verkehr es erfordert. Andere, steuerpolitische Gründe dürften bei einer Zwecksteuer nicht maßgebend sein.

Sollte es nicht auch richtig sein, wenn die Kreise, die den Vorteil von der Instandsetzung haben, selbst, und zwar freiwillig, zur Kapitalsbeschaffung beitragen? Obwohl die Wirtschaft keine Kapitalien übrig hat, wäre es zweckmäßig, die zu erwartenden Ersparnisse den Wegebaupflichtigen als Baudarlehen vorzuschießen, die diese wegen der verringerten Gesamtkosten der Instandsetzung bei sofortiger Inangriffnahme des Werkes gut verzinsen könnten. Es sparen also beide Teile. Die Kraftfahrer träten dann bald in den Genuß der Ersparnisse, hätten also erst Zinsen ihres Darlehens, dann Ersparnisse an Betriebskosten. Das trifft vor allem für die großen Transportunternehmungen zu, die Reichspost, die Kraftverkehrsgesellschaften. Ein Vorgang ist bereits in der Telephonanleihe da. Wenn die jährliche Ersparnis an Betriebs- und Unterhaltkosten bei einem größeren Personenwagen auf 600 M, bei einem kleineren auf nur 150 M, bei einem Kraftrad auf 30 M geschätzt wird und sie für schwere Lastkraftwagen 1000 M und mehr betragen würde, wäre ein jährliches Darlehen von 25 bis 1000 M, im Mittel 200 M je Wagen eine gute Kapitalanlage und brächte außerdem aus 700 000 Kraftfahrzeugen[6]) jährlich ein Baukapital von 140 Mill. M, wodurch die Anleihenfrage wesentlich vereinfacht wäre.

Allein auf den Zählstrecken, 89 429 km, sind vom 1. Oktober 1924 bis 30. September 1925 von den Krafträdern und Personenkraftwagen 1,596 Milliarden Kraftfahrzeug-Kilometer geleistet worden, die mit der Leistung auf den übrigen Landstraßen und unter Berücksichtigung der Verkehrsteigerung für 1928 mindestens auf das Doppelte, also auf rd. 3 Millrd. Kraftfahrzeugkilometer, gewachsen sein werden. Das ergibt bei 60 Mill. M Baukapital den Betrag von $^1/_{50}$ M = 2 ₰ als jährliche Anleihe für ein Personenkraftfahrzeug-Kilometer. Für die Lastkraftwagen ergibt sich folgende Rechnung: Tonnenkilometer 1924/25 = 2941 Mill., Steigerung und übrige Landstraßen 80 vH, das gibt 5300 Mill. Jahrestonnenkilometer oder bei 80 Mill. M Baukapital rd. 1,5 ₰ jährliche Anleihe für ein Lastkraftwagen-Tonnenkilometer. Auf einen Personenwagen mit 10 000 km Jahresleistung entfielen demnach 200 M Anleihe, auf einen Lastkraftwagen von 5 t mittlerer Bruttoleistung und 10 000 km Fahrleistung 750 M Anleihe. Beide Beträge, 2 ₰ für ein Fahrzeugkilometer beim Personenkraftwagen und 1,5 ₰ für einen Tonnenkilometer beim Lastkraftwagen, sind Bruchteile der Betriebskosten, die noch wesentlich unter der Ersparnis an Betriebs- und Unterhaltungskosten durch gute Straßen liegen. Die Darlehen müßten für die Ausbauzeit, mindestens aber auf mehrere Jahre, in gleicher Höhe gegeben werden, wenn der Wegebau vorwärtsgehen soll. Aber auch schon eine einmalige Hergabe wäre äußerst wertvoll. Diese Rechnung sollte nur zeigen, daß die Wegebenutzer und die am Wegebau interessierten Kreise mit eigenem Nutzen beträchtliche Summen dem Wegebau zur Verfügung stellen könnten. Bei dieser Form der Aufbringung eines Teiles der Wegebaukosten würden außerdem die Wegebaupflichtigen und der Anleihemarkt wesentlich entlastet. Am besten wäre natürlich eine Zwangsanleihe, die nach den obigen Berechnungen durchaus erträglich ist.

[6]) Bestand am 1. Juli 1927 bereits 671 703.

[B 1350]

Die maschinellen Hilfsmittel des Straßenbaues

Von Prof. Dr. G. Garbotz, Berlin

Maschinen zum Vorbereiten der Baustelle und Aufbereiten der Baustoffe — Asphalt- und Teermakadammaschinen — Teer- und Asphaltsprengwagen — Geräte für Stampf- und Gußasphalt — Betonmischer und Fertiger für Betonstraßenbau — Pflasterrammen und Geräte für Ausbesserungen.

Straßenaufreißer, Straßenwalzen, Brech-, Sortier- und Mahlanlagen

Wenn man die im Straßenbau vorhandenen Geräte gliedern will, um den Überblick zu erleichtern, wird man einteilen müssen:

1. in die Geräte zum Einebnen des Untergrundes, die für alle Bauarten von Straßen gleich sind und wohl nur durch die Bodenart beeinflußt werden;
2. in die Geräte zur Herstellung des eigentlichen Straßenkörpers, die naturgemäß weitgehend von dessen Konstruktion beeinflußt werden. Diese Gruppe wird man gliedern können in:
   a) Geräte zum Aufbereiten der Baustoffe,
   b) Geräte zum Einbringen der Baustoffe,
   c) Geräte zur Fertigstellung der Straßendecke,
   d) Geräte zur Unterhaltung fertiger Straßen.

Die Zahl der in Deutschland bei der Herstellung des Straßenplanums verwendeten Geräte ist gering. Es liegt das wohl in erster Linie daran, daß man gerade derartige Arbeiten gern durch Arbeitslose ausführen läßt, und dann sind neben den verhältnismäßig niedrigen Löhnen die Massen meist sehr gering, so daß Schaufel und Schubkarre genügen.

Wo größere Erdbewegungen auszuführen und Tagesleistungen von wenigstens 100 bis 150 m³ zu erzielen sind, hat sich der Kleinlöffelbagger auf Raupen und der Eimerseilbagger in den Ausführungen von Menck & Hambrock, Altona, Orenstein & Koppel, Berlin, und der Demag, Duisburg, ein erfreuliches Arbeitsfeld zu erobern vermocht. Seine Beliebtheit dürfte noch wachsen, wenn erst der Rohölantrieb das Gerät freizügiger und unabhängig von den störenden Kohlen- und Wasserzufuhren macht. Auch der Universal-Raupen-Eimerkettenbagger[1]) könnte wohl mit gutem Erfolg hier benutzt werden.

Sonst finden wir nur noch den Straßenaufreißer, der bald an Trecker

[1]) Garbotz, Z. Bd. 72 (1928) S. 280.

795
700
1900

Abb. 1
Straßenaufreißer von der Maschinenbau-Gesellschaft Heilbronn.

Abb. 2 und 3. Dreirad-Dampfwalze von Henschel & Sohn, G. m. b. H., Kassel.

3050
1000
2700
4320

Abb. 4

Abb. 5. Heißdampfmaschine der 7,5 t-Tandemwalze.

Abb. 4 und 5
Heißdampf-Tandemwalze der Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vormals L. Schwartzkopff, Berlin.

oder Straßenwalzen angehängt, Abb. 1, bald unmittelbar mit der Walze verbunden ist. Das Festlegen des Planums erfolgt durch die Straßenwalzen, die für schwerere Ausführungen als Dreiradwalze, Abb. 2 und 3, für leichtere mit Rücksicht auf die bessere Wendigkeit in Tandemanordnung mit zwei Rädern ausgeführt werden, Abb. 4. Dampfantrieb wird wegen der vorzüglichen Regelbarkeit und Umsteuerbarkeit meist noch bevorzugt. Neuerdings geht man zur Verwendung von überhitztem Dampf über, Abb. 4 und 5. Eine Besonderheit zeigt die Tandemanordnung von Hoch- und Niederdruckzylinder der Maschinenfabrik Hubert Zettelmeyer A.-G., Conz, wobei beide Zylinder durch einen entlasteten Kolbenschieber gesteuert werden. Auch eine Reihe verschiedener Ausführungen von Motorwalzen, Abb. 6 und 7, insbesondere für Rohölbetrieb, liegen vor.

RZ1253Z6u7

Abb. 6 und 7
10 t-Tandem-Motorwalze von C. Kaelble, Backnang.

Bei der Herstellung des eigentlichen Straßenkörpers beeinflußt dessen Konstruktion und Baustoff weitgehend die Bauart der Geräte. Die weitverbreitetsten Straßenformen in Deutschland sind zur Zeit noch mit 79 vH vom gesamten Landstraßennetz die Steinschlagstraßen.

Zur Aufbereitung der Baustoffe dienen die verschiedenartigsten ortfesten und fahrbaren Brech- und Mahlanlagen, die Grobschotter aus dem Felsausbruch der Steinbrüche herstellen und das feine Korn bis herunter zum Füllmaterial für den Teer- und Asphaltstraßenbau erzeugen. Die Brecher werden als Backen- oder Rundbrecher, die Mahlanlagen als Walzen- sowie als Schlag- oder Schleudermühlen gebaut. Mit den Brechmaulöffnungen für ortfeste Anlagen[2]) geht man dabei bei den Leistungen von 250 t/h und mehr bis auf 1500×1800 mm².

Die Frage der Verwendungsbereiche der Doppel- und Einschwingen- oder der Rundbrecher und ihrer Vor- und Nachteile ist noch keineswegs geklärt. Auch über das Absortieren von schaligen Stücken und das Erzielen eines möglichst würfligen Bruches gehen die Meinungen auseinander. Obschon dem Rundbrecher nach dieser Richtung hin Vorzüge nachgesagt werden, herrscht in Deutschland der Backenbrecher auch bei großen Leistungen unter Umständen in der Friedrichschen Bauart als Doppelbrecher vor.

Für kleinere Arbeiten genügen meist fahrbare Geräte, die zum Teil selbstfahrend sind; oft beschränkt sich die Zerkleinerungsanlage auf einen Steinbrecher von bis zu 500×320 mm² Maulweite mit Antriebmotoren. Mitunter ist diesem eine Sortiereinrichtung und eine Walzenmühle angegliedert, Abb. 8. Als Antrieb dürfte der Rohölmotor überwiegen, der sich ja sonst auch im Baubetrieb mehr und mehr Eingang verschafft.

[2]) Garbotz, Z. Bd. 72 (1928) S. 286 Abb. 13.

RZ1253Z8

Abb. 8
Fahrbare Brech-, Mahl und Sortieranlage für 5 m³/h Schotter oder 2 m³/h Sand von Max Friedrich & Co., Leipzig-Plagwitz.

Asphalt- und Teermakadammaschinen

Solche Zerkleinerungsanlagen sind nun für sämtliche Bauarten des Straßenkörpers erforderlich. Bei den Steinschlagdecken ist aber das Aufbereiten der Rohstoffe damit beendet. Ganz anders ist es bei Teer-, Asphalt- und Betonstraßen. Hier schließt sich an das Aufbereiten der Rohstoffe, das die Gewinnung der Zuschlagstoffe darstellt, das Mischen mit dem Bindemittel an. Bei den Teer- und Asphaltstraßen geht die Trocknung der Zuschlagstoffe voraus, ohne die eine rationelle Verarbeitung des Mischgutes nicht denkbar ist. Zum Trocknen und Mischen der Zuschlagstoffe mit dem Bindemittel dienen durchweg Aufbereitungsanlagen, bei denen alle erforderlichen Hilfsmittel möglichst gedrängt in einem Maschinensatz zusammengefaßt sind. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Maschinen für Teer- und für

sphaltmakadam besteht dabei nicht. Vielmehr lassen sich lle Asphaltaufbereitmaschinen auch zur Herstellung von 'eermakadam verwenden. Nur braucht man den Teer-ıakadam nicht so weit zu erwärmen und so sorgfältig u mischen wie den Asphalt. Bei Maschinensätzen nur ür diesen Zweck kann der Wärmeschutz verringert verden, an Stelle des Zwangsmischers tritt für die hier ur notwendige Umhüllung der Zuschlagstoffe ein Frei-allmischer, wie er ja aus dem Betonmaschinenbau all-emein bekannt ist.

Abb. 9
Millars-Makadammaschine für 10 t/h von Fried. Krupp, A.-G., Grusonwerk, Magdeburg.

Nur eine beschränkte Zahl von Maschinenfabriken iefert Aufbereitungsanlagen. Der Aufbau ist verhältnis-ıäßig einheitlich. Auf einem Fahrgestell befinden sich ie Trockentrommel mit einem Aufgabebecherwerk und er Feuerungsanlage mit dem Lüfter, das Heißbecherwerk ıit dem dahinterliegenden Sortierzylinder und Vorrats-asten, die Material-, Füllstoff- und Bitumenwäge- und Ießeinrichtungen mit Pumpe und Vorwärmer und schließ-ich der Mischer, von dem aus das fertige Mischgut bei roßen Leistungen unmittelbar in darunterfahrende Vagen abgezapft werden kann. Nachteilig sind die durch iesen Aufbau bedingten großen Gewichte und Ab-ıessungen, die den Bahn- und Überlandtransport er-chweren. Sowohl flüssige wie feste Brennstoffe kommen n Frage, wobei die flüssigen wegen leichter Beförderung, agerung und Temperaturreglung sowie Einfachheit und Reinlichkeit der Bedienung u. a. m. überwiegen. Für die 'ührung der Heizgase zum Trocknen ist die Gegen-tromanordnung wie überall värmewirtschaftlich am besten. Über die Frage, ob man die Iischbestandteile vor oder ach dem Trocknen abmessen oll, gehen die Ansichten noch useinander. Mit Rücksicht uf den Einfluß der Feuchtig-eit wird aber wohl das nach-rägliche Abmessen bevorzugt.

Zu den bekanntesten ge-hören die Millars- und die Ammann-Makadammaschinen. Die Millars-Maschinen, Abb. 9, iefern 5, 10 oder 15 t/h Sand-sphalt. Das Rohgut wird urch ein Aufgabebecherwerk n die Trockentrommel ge-ördert und dort von Schaufeln ehoben und durch den Strom er Heizgase fallen gelassen. 'este Brennstoffe werden vor-ugsweise verwendet, jedoch vird auch Ölfeuerung einge-aut. Die Heizgase strömen zu-ächst auf der Außenseite der 'rommel entlang und dann durch diese im Gegenstrom zurück. An der Einlaufseite werden sie durch einen Lüfter abgesaugt. Die hoch-erhitzten Rohstoffe werden vom Heißelevator aufgenom-men und über Ableitschurren entweder der Siebtrommel oder unmittelbar den Vorratsbehältern zugeführt, falls ein Absieben nicht erforderlich ist. Vor Arbeitsschluß oder bei Störungen in der Verarbeitung, um Material lediglich auf Vorrat zu trocknen, kann man auch das Trockengut zur Aufgabestelle zurückleiten. Die Siebtrommel ist durch die Verwendung eines Über-siebes als Feinsieb 60 vH größer als sonst üblich. Nach Durchlaufen einer fünfarmigen Gattierungs- und einer Bitumenwaage, der das heiße Bitumen durch eine ununterbrochen mit Rücklauf arbeitende Pumpe aus dem Vorwärmwagen zufließt, werden die Baustoffe, je nachdem sie für Binder- oder Deckschicht verarbeitet werden, dem einwelligen Grob- oder dem zweiwelligen Feinmischer zugeführt. Der Mischvorgang dauert 45 bis

Abb. 10
Teermakadammaschine 10 bis 12 t/h, Gewicht 9000 kg, von U. Ammann, Maschinenfabrik, A.-G., Langenthal (Schweiz).

Abb. 11
Asphaltmakadammaschine für 15 t/h der Torkret-Gesellschaft m. b. H., Berlin.

50 s. Das fertige Gut kann unmittelbar in die unter die Auslaufklappe fahrenden Förderwagen abgezogen werden.

Bei der Amman-Maschine ist zwischen das Aufgabebecherwerk und die Trockentrommel eine regelbare Beschickvorrichtung für gleichmäßige Rohstoffzufuhr geschaltet. Mit einer veränderlichen Schüttmenge der Becher könnte wohl ebensogut die Anpassung der Durchlaufgeschwindigkeit an den Feuchtigkeitsgehalt des Materials erreicht werden. Die Trockentrommel hat einen inneren Heizmantel, so daß das Trockengut nicht unmittelbar mit den Heizflammen der Ölfeuerung in Berührung kommt und bei kaltem Gestein Ruß- oder Ölablagerungen vermieden werden. Die Heizgase werden von der Auslaufseite her im Gegenstrom geführt. Für besonders feuchten oder kalten Baustoff ist ein Zusatzbrenner vorgesehen. Die erforderliche Luft liefert ein Hochdruckgebläse, während zur Staubabscheidung ein zweiter Lüfter über der Trommel angeordnet ist. Das gereinigte und erhitzte Material fällt in das geschlossene Heißbecherwerk, das es mittels des Sortierzylinders in zwei Korngrößen sortiert, in den Vorratsbehälter überführt.

Dem Mischer werden mit den Zuschlagstoffen das heiße Bitumen durch eine Kapselpumpe und die Füllstoffe über ein Becherwerk, sorgfältig abgewogen, zugeführt. Dieser Zwangsmischer hat eine in zwei Stufen regelbare Geschwindigkeit für verschieden feines Gut. Die Bodenklappe befindet sich in 1800 mm Höhe, so daß der Makadam unmittelbar in die Wagen entleert werden kann. Die Bitumenvorwärmwagen, je zwei von 2000 oder 4000 l Inhalt je nach Löslichkeit des zu verarbeitenden Bitumens, werden sowohl für Öl- wie für Kohlenfeuerung geliefert. Die Teermakadammaschine, Abb. 10, unterscheidet sich bei Ammann von der Asphaltmaschine lediglich dadurch, daß der Zwangsmischer durch einen Freifallmischer, eine umlaufende Trommel, ersetzt wird. Das Gut läuft aus der Trockentrommel unmittelbar in die Mischtrommel, so daß das Heißbecherwerk wegfällt.

Etwas anders als die Ammann-Maschine ist die Bamag-Makadammaschine, Abb. 11, der Torkret-G. m. b. H., Berlin, aufgebaut. Auch hier haben wir das Aufgabebecherwerk und die umlaufende Trockentrommel mit dem sogenannten Büttner-Rieseleinbau. Eine Verölung oder Verrußung des Mischgutes ist hier durch den Einbau einer besonderen schneckenartigen Verbrennungskammer vermieden, aus der die Heizgase erst in die Trockentrommel treten. Die Sortiertrommel ist aber vor den Heißförderer gelegt und als Übersieb wie bei Sortier- und Waschtrommeln an den Enden der Trockentrommel angeordnet. An dieser Stelle wird die ganze Aufbereitungsanlage zur Erleichterung der Beförderung geteilt und der Heißförderer, ein Kippkübelaufzug, mit der Mischanlage getrennt zusammengebaut. Statt des einen Mischers sind, wie bei der Kruppschen Millars-Maschine, zwei Mischer für Binder und Deckschicht vorhanden. Neuerdings soll aber auch die Torkret-Gesellschaft zur Verwendung nur eines Mischers übergegangen sein. Der Transportwagen kann ebenfalls unmittelbar unter die Entleerungsklappe des Zwangsmischers fahren. Das Bitumen wird der Abmeßeinrichtung durch Druckluft zugeführt, die auch zum Umrühren der flüssigen Masse in den Vorwärmwagen verwendet und in einem kleinen Kompressor erzeugt wird.

Auch die Makadammaschinen, Abb. 12 und 13, von der Firma Hermann Meyer, Ballenstedt, werden zum Teil

Abb. 12 und 13
Makadammaschine für 12 t/h von Hermann Meyer, Ballenstedt.

- *a* Einschüttrichter für Naßschotter
- *b* Kaltbecherwerk
- *c* Einschüttrichter
- *d* Behälter für Heizöl
- *e* Trockentrommel
- *f* Wärmeschutzmantel
- *g* Hauptantrieb
- *h* Staubsammler
- *i* Sauglüfter
- *k* Heißbecherwerk
- *l* Schau- und Reinigungsklappe
- *m* Vorratsbehälter für Trockenschotter
- *n* in Aussicht genommene Sortiermaschine
- *o* Antrieb für *n*
- *p* Schotterwaage
- *q* Überlauf für zu große Steine
- *r* Bitumenausgleichgefäß
- *s* Meßbehälter für Schotter
- *t* " " Bitumen
- *u* schwenkbarer Mischer
- *v* abnehmbarer Vorderwagen
- *w* Fernthermometer
- *x* Einschüttrichter für Trockenschotter
- *y* Pyrometer
- *z* Stoßabfänger
- a_1 Aufzugwinde zum Mischergerüst
- b_1 Trockentrommelantrieb
- c_1 Lüfter
- d_1 Füllpumpe für Heizöl
- e_1 Treppe
- f_1 Bedienungsbühne
- g_1 Bremskurbel
- h_1 Antrieb des Trockenschotter-Becherwerks
- i_1 Bedienungsbühne
- k_1 Leiter
- l_1 Ausrücker zum Mischer

ähnlicher Weise wie bei der orkret-Gesellschaft getrennt. Nur t hier auch noch das Kaltbecher-erk besonders verfahrbar. Be-erkenswert ist die in der Höhe erstellbare Mischtrommel, wo-urch man sich der Höhe der För-ergefäße anpassen kann. Ebenso t die Anordnung der ganzen An-ge auf Lokomotivhebeböcken ils ähnlichen Gesichtspunkten tsprungen, teils werden die Be-rderungsschwierigkeiten der An-ge mit hohen Aufbauten vermie-en. Als Brennstoff empfiehlt eyer, nur Rohöl zu verwenden. Vie die Torkret-Gesellschaft be-utzt er dabei eine besondere Ver-rennungskammer. Die Heizgase römen durch die Trockentrommel cht im Gegen-, sondern neuer-ngs im Gleichstrom.

Gaube, Gockel & Cie., Oberlahn-ein, führen ihre Asphaltmakadam-aschine, Abb. 14, bei einer Leistung n 10 bis 12 t/h in einer Einheit zusammengebaut und bei 5 t/h Trockner und Mischer getrennt aus, während die reine eermakadammaschine ähnlich der Ammannschen ge-ut wird. Die Trocknung erfolgt im Gegenstromver-hren, wobei zwei Brenner eine weitgehende Anpassung an die Feuchtigkeit und Temperatur des Steingutes ge-statten. Das getrocknete Gut wird auf Schüttelsieben nach zwei Korngrößen sortiert und in Behältern gespeichert, die von den Abgasen auf erhöhter Temperatur gehalten wer-den. An Stelle des Heißbecherwerkes der meisten An-

Abb. 14
Asphaltmakadammaschine für 10 bis 12 t/h, Gewicht 20 t, von Gauhe, Gockel & Co., Oberlahnstein.

Abb. 15
Asphaltmakadammaschine für 4 bis 5 t/h von Albrecht Reiser & Co., Lichtenberg.

a Kaltbecherwerk
b Trockentrommel
c Ölfeuerung
d Auslaufschurre
e Zwischenbunker, der eine Mischung faßt und als Waage ausgebildet ist
f Zweiwellenmischer
g Lüfter für Ölfeuerung
h Sauglüfter für Entstaubung
i Antriebmotor
k Bitumenmeßgefäß

Abb. 16
Asphaltmakadammaschine für 15 t/h von „Technik und Handel“, Neuwied.

Abb. 17
Asphaltanlage der Rheinischen Eisengießerei und Maschinenfabrik, A.-G., Mannheim.

lagen tritt ein Kippkübelaufzug, der das abgewogene Gut einem Kreislauf-Doppeltrogmischer zuführt. Das Bitumen kann durch eine Pumpe oder mittels eines Schwenkkranes eingefüllt werden. Bei verschiedener Korngröße ist ein Flügelwechsel nicht erforderlich.

Albrecht Reiser & Co., Lichtenberg, baut drei Größen von 4 bis 5, 6 bis 7 und 12 t/h. Die Anordnung ist ähnlich wie bei Ammann. Auch hier finden wir Ölfeuerung und nur einen Zweiwellenmischer, bei dem jedoch nach Bedarf die Mischerflügel ausgewechselt werden. Die Siebtrommel fällt meist weg. Recht geschickt ist die kleine, als Anhänger an Kraftwagen gebaute Maschine, Abb. 15, bei der unter Wegfall des Heißförderers das Gut unmittelbar dem Vorratsbehälter zuläuft.

Schließlich baut „Technik und Handel", Neuwied, eine Maschine für 12 t/h. Auch hier ist aus Transportgründen wiederum eine Teilung in den Trockner mit 17 t Gewicht und den Mischer mit 5 t vorgenommen worden, Abb. 16. Daher eignet sie sich also auch vornehmlich für kleine Arbeiten und soll mit vier Mann in acht Stunden aufgestellt worden sein. Für die Teerölfeuerung ist eine besondere vor der Trockentrommel liegende Verbrennungskammer aus den gleichen Gründen wie bei der Torkret-Maschine angeordnet. Die Heizgase geben ihre Wärme im Gegenstrom ab. Die Siebtrommel für zwei Korngrößen ist in der Verlängerung der Trockentrommel unmittelbar mit dieser verbunden, so daß auch der Vorratbehälter im Trockner untergebracht ist. Der Heißgutaufzug ist ein Kippkübel, dessen unterer Aufzugbahnteil als Gattierungwaage ausgebildet ist. Der Mischer ist dem Kalthoffschen Betonmischer ähnlich. Ein mit dem Heißgutaufzug gekuppeltes Windwerk zieht auch die Füllstoffe mittels eines Schwenkkranes hoch, während das heiße Bitumen unter natürlichem Gefälle einem im Aufzugkübel angeordneten Bitumengefäß zuläuft.

Ganz andere Wege als bei den bisher erwähnten Ausführungen von Makadamanlagen haben die Draiswerke mit ihrer Omnifax-Walzasphalt- und Teermakadammaschine eingeschlagen. Kennzeichnend für das Gerät[3]) ist, daß man von dem ununterbrochenen Trocknen abgegangen ist und nicht nur das Mischen, sondern auch das Trocknen und Anwärmen der Rohstoffe absatzweise ausführt. Da dieser Vorgang etwa doppelt so lange wie der Mischprozeß dauert, ist die mittels Ölfeuerung geheizte Trockentrommel inhaltlich doppelt so groß wie der Mischer. Die eine Hälfte des getrockneten und erwärmten Materials wird in einem Vorratbehälter aufbewahrt, die zweite unmittelbar durch einen Kippkübelaufzug der Mischmaschine zugeführt. Den gleiche Aufzug kann man infolge des in Absät getrennten Betriebes auch zum Beschicke der Trockentrommel benutzen. Eine So tiereinrichtung ist nicht vorhanden, d Materialien werden bereits wunschg mäß abgeteilt der Trockentrommel z geführt. Über die Abwägeeinrichtunge die Zuführung des Bitumens usw. i nichts Besonderes zu sagen.

Eine Asphaltmakadammaschine fü 6 bis 12 t/h in der Normalausführung m Kohlen- oder Koksfeuerung, Kalt- u Heißförderer und einer sich im Ofengef drehenden Heiztrommel liefert die M schinenfabrik Scheid, Limburg. Für de Betrieb ist ein Aufbocken der Maschi nicht erforderlich. Die Siebtrommel m zwei Sortierungen liefert das Trockeng in die Silos und von dort in den üblich Zwangsmischer.

Einen anderen Weg ist die Rheinisch Eisengießerei und Maschinenfabrik A.-G Mannheim, mit ihren nach den amerik nischen Cummer-Patenten gebauten A phaltanlagen für 10 bis 12, 7 bis 10 u 4 bis 6 t/h gegangen. Schon äußerlic fällt die Anordnung des Aufgabebecherwe kes quer zur Achsenrichtung der Maschi auf. Die zusammengesetzte Feuerung besteht aus eine Kohlenfeuerung für das Trocknen und einer Gegenstro Ölfeuerung für das Erhitzen des Trockengutes. Der we tere Aufbau mit Heißgutaufzug, Sortiereinrichtung u Zwangsmischer geht aus Abb. 17 hervor.

Asphalt- und Teersprengwagen

Während die Makadammaschinen zur Herstellung de eigentlichen Decke der nach dem Mischverfahren gebau ten Teer- und Asphaltstraßen dienen, sollen die Gerät zur Oberflächenbehandlung nicht nur zur Erhöhung de Staubfreiheit beitragen, sondern vor allem den Schut des Straßenkörpers übernehmen und damit dessen Leben dauer auf das zwei- bis fünffache erhöhen. Sie werden scho beim Neubau, aber auch bei der Instandhaltung verwe det und zerfallen ebenfalls in solche nur für Arbeiten m Teer und solche, die man sowohl für Teer wie Bitume benutzen kann. Hierfür sind die schwerere Löslichkeit u die höheren Temperaturen des Bitumens ausschlaggeben die auch dazu zwingen, die Ausbreitung der flüssige Masse trotz vorheriger Erhitzung durch Druckluft siche zustellen. Die Geräte, die von den Firmen Henschel & Sohn, Kassel, Ed. Linnhoff, Berlin, Hermann Meyer, Ba lenstedt, U. Ammann, Maschinenfabrik, A.-G., Langentha (Schweiz), August Frisch, Augsburg, und Wn. J. Schei

Abb. 18
Teersprengwagen mit Motorantrieb, Inhalt 3000 l, von Henschel & Sohn und Ed. Linnhoff.

[3]) s. S. 640 Abb. 2.

Limburg (Lahn), geliefert werden, erscheinen in drei verschiedenen Größen auf dem Markt, als Handsprengwagen bis rd. 400 l Inhalt, mit Pferdezug bis zu etwa 1600 l und als Autosprengwagen bis etwa 3000 l Inhalt.

Die einfachen Teersprengwagen von Henschel und von Linnhoff bestehen aus einem Teerkessel mit Feuerungsanlage für beliebige Brennstoffe von 330 l Inhalt. Die Heizgase werden, bevor sie durch den Kamin entweichen, in einen Wärmeschrank geleitet, eine Art Rauchkammer, in der die Saugpumpe zum Füllen des Kessels und die Hochdruck-Zerstäuberpumpe, die das Bitumen durch die Drüsen drückt, untergebracht sind. Die Zerstäuberpumpe kann bei Teerbetrieb wegfallen, da der Teer flüssig genug ist, um durch ein einfaches Sprengrohr mit Besen abzulaufen.

Die Ausführung für Pferdezug wird von Henschel nur für Teer und 1500 l Inhalt geliefert. Auch hier fällt die Hochdruck-Zerstäuberpumpe weg. Ein Rührwerk sorgt für gleichmäßigen Umlauf des Teeres, ein Faßaufzug gestattet drei Fässer auf Vorrat mitzunehmen und erleichtert die Füllung[4]).

Der Autosprengwagen, Abb. 18, hat einen Inhalt von 3000 l, doppelte Ölfeuerung und an Stelle der Hochdruck-Zerstäuber- und der Füllpumpe einen durch Benzinmotor angetriebenen Kompressor mit Saug- und Druckkessel, der je nach Bedarf zum Füllen oder Zerstäuben auf Über- oder Unterdruck arbeiten kann. Er liefert gleichzeitig die Luft für ein Luftrührwerk. Die Sprengbreite kann von einem aufklappbaren Bedienungsstand aus durch Einzelbetätigung jeder Düse von 0 bis zu 8 m verändert werden. Die Möglichkeit zum Anschluß von Handsprengschläuchen ist vorgesehen.

Ganz ähnlich sind die Spritzmaschinen von Frisch oder von Hermann Meyer ausgebildet, die für Inhalte von 220, 300 und 400 l, die letzteren bei Meyer mit doppelten Sprengorganen, ausgeführt werden. Bei der kleinsten Größe ist nur eine Pumpe zum Füllen und Spritzen vorhanden. Die Autoanhänger führt Meyer als Tieftankwagen aus, so daß die Füllung ohne besondere Pumpe vom Ablaßhahn des Kesselwagens aus erfolgen kann. Erwähnenswert ist auch die Spritzmaschine, Abb. 19 und 20, für Kaltasphaltverarbeitung, die mit Druckluft aus Stahlflaschen arbeitet. Auch Frisch soll eine ähnliche Maschine bereits in Arbeit haben, während die Knorr-Bremse, A.-G., Berlin, die Kaltasphaltverarbeitung unter Verwendung eines auf dem Trecker angeordneten Kompressors vornimmt.

[4]) Neumann, Neuzeitlicher Straßenbau, S. 330.

RZ 1253 Z 19 u 20

Abb. 19 und 20
Spritzwagen für Asphaltemulsion von Hermann Meyer, Ballenstedt.

Abb. 21
Sand- und Splittstreumaschine für 5000 bis 8000 m²/24 h, Gewicht 25 000 kg, von U. Amann, Maschinenfabrik, A.-G., Langenthal (Schweiz).

Abb. 22 und 23
Lagerung und Zufuhr von Baustoffen bei einer amerikanischen Betonstraßen-Baustelle.

a Schotter
b Sand
c Zement
d fahrbarer Greiferkran für 1 m³
e Schotterlager
f Sandlager
g Zementlager
h Luken
i Schmalspurbahn
k Ausweichgleise
l Mischer

RZ 1253 Z 26–28

Die Maschinenfabrik Ammann baut wieder die kleine Ausführung von 100, 220 und 350 l Inhalt teils für Teer, teils für Teer und Bitumen, die größere Ausführung für Pferdezug mit 1000 l Inhalt und Faßaufzug nur für Teerbetrieb sowie einen Anhänger von 1600 l Inhalt für Trecker oder Lastwagen für Teer und Bitumen. Dieser erhält eine gemeinsame Öl- und Kohlenfeuerung und eine in der Rauchkammer angeordnete Saug- und Druckpumpe, die der Benzinmotor für den Lüfter der Feuerung antreibt. Auch dieser Wagen kann mit Sprengrohren für 2 m Breite oder mit zwei Handanschlüssen verwendet werden.

Die frisch behandelte Oberfläche muß sofort abgesplittet unter Umständen gar abgewalzt werden. Hierfür bauen die Firmen U. Ammann A.-G. und C. Kaelble neuerdings eine Splitt- und Sandstreumaschine, Abb. 21, bei der eine Walze aus einem Vorratbehälter den Splitt gleichmäßig auf die Straßenoberfläche verteilt.

Geräte für Stampf- und Gußasphalt

Geräte für den Bau von Stampf- und Gußasphaltstraßen bauen Albrecht Reiser, Berlin, Richard Henne, Holzminden, und Hermann Meyer, Ballenstedt. Bei beiden Verfahren werden für größere Leistungen ortfeste Anlagen errichtet und das erhitzte Gut als Asphaltpulver oder Mastix in besonderen Wagen zur Verwendungsstelle gefahren. Wird der Rohstoff an Ort und Stelle für Ar-

rd. 4000

4940

1800

RZ 1255 Z 24 u 25

Abb. 24 und 25
Betonmischer für den Straßenbau vom Hüttenwerk Sonthofen, Sonthofen.

Ansicht in Pfeilrichtung

Abb. 26 bis 28
Straßenfertiger von J. Vögele, A.-G., Mannheim.

beiten kleineren Umfanges erst hergerichtet, so kommt für den Stampfasphalt die fahrbare Asphaltdarre in Frage, bei der die Heizgase zur Erhitzung einer großen Blechplatte dienen, auf der das Asphaltpulver des öfteren umgeschaufelt wird. Hat der Asphalt beim Erhitzen die Mineralstoffe umhüllt, so kann er eingebracht, mit Rollenrichtscheiten abgeglichen und mit heizbaren Asphaltwalzen, Stampfern oder Plätteisen befestigt werden. Zum Anwärmen der Werkzeuge werden dabei neben Koksöfen neuerdings Petroleumöfen verwendet.

Gußasphalt wird an der Verwendungsstelle entweder in einfachen Kesseln oder in größeren fahrbaren Asphaltkochern verarbeitet, die bei 5- bis 6000 kg Inhalt die Leistung von 20 bis 25 Kesseln ersetzen. Ein Schraubenrührwerk sorgt für eine gründliche Mischung.

Betonmischer und Fertiger für den Betonstraßenbau

Bei den Betonstraßen ist die Mechanisierung der ganzen Herstellung, also einschließlich der Verarbeitung der aufbereiteten Rohstoffe, am weitesten getrieben. Es mag das daher rühren, daß vor allem in Amerika Betonstraßen in ganz gewaltigen Ausmaßen gebaut worden sind. In Amerika ist der Betonstraßenbau auf Massenherstellung, Einheitlichkeit und Kostenverringerung eingestellt. Darnach werden bei der Herstellung vier Abschnitte unterschieden:

1. Empfang und Lagerung des Rohgutes,
2. Förderung des Rohgutes zu den Maschinen,
3. Herstellung und
4. Lieferung des Fertigfabrikates.

Im Gegensatz zu der sonst allgemein üblichen Praxis, Baustoffe auf der anzulegenden Straße selbst in kleinen abgeteilten Mengen zu lagern, wird ein Hauptlagerplatz mit mechanischen Entladeeinrichtungen geschaffen. Abb. 22 und 23 zeigen längs des Eisenbahnanschlusses Behälter für Schotter, Sand und Zement, aus denen das Material unmittelbar in die Transportgefäße abgezapft werden kann.

Die Förderung der Rohstoffe zur Mischmaschine geschieht in besonderen Meßgefäßen, die auf Plattformwagen für 600 mm Spur durch Rohöllokomotiven verfahren werden. Jeder derartige Meßkasten enthält zwei offene Räume für Sand und Schotter und einen durch Deckel verschließbaren Teil für Zement, die von den Behältern aus gestrichen gefüllt werden und damit das Rohgut für eine Mischung des Betonmischers enthalten. Die Einrichtung dieses Hauptlagerplatzes kann bereits begonnen werden, wenn die Planierungsarbeiten für die Straße noch in vollem Gange sind.

Der Entladekran, am besten ein Lokomotivdrehkran, der gleichzeitig die Wagen verschieben kann, kann zur Entladung von Maschinenteilen für die Misch- und Fertigstellmaschinen usw. mit benutzt werden. Der große Lagerplatz ermöglicht, die gesamte Länge des Anschlußgleises auszunutzen und den Straßenbaubetrieb von unregelmäßigen Baustofflieferungen ganz unabhängig zu machen.

Die Handarbeit wird nach Möglichkeit ausgeschieden, die Förderung des Gutes auf das geringste Maß beschränkt. Ein Verschwenden von Baustoffen ist vermieden, die Baustrecke und die Geräte bleiben sauber. Die Baukosten sind leichter zu erfassen und der Bau bequemer zu leiten. Die Amerikaner verlegen die Gleise im allgemeinen neben der Straße auf dem Bürgersteig. Die Schwellen sind nicht ganz so breit, sonst entsprechen die Gleise im allgemeinen dem deutschen Brigadegleis. Für den Schienenstoß dient nur eine einfache Klemmvorrichtung.

Die Meßkasten werden durch einen Auslegerkran an der Mischmaschine von Plattformwagen abgehoben und in den Materialaufzug der Mischmaschine entleert. Die Firmen Sonthofen, Kaiser & Schlaudecker, Krupp, Vögele, „Technik und Handel" u. a. haben hierfür Sondermischer, Abb. 24 und 25, nach amerikanischem Muster konstruiert, die teils auf Raupen, meist auf Straßenrädern fahren. Dabei hat man sich wohl durchweg für deutsche Verhältnisse auf eine Größe von 500 l geeinigt. Ob das Gurtband berufen ist, in Verbindung etwa mit den ununterbrochen arbeitenden Mischern, wie sie neuerdings Krupp in Gestalt der „ver Meer"-Maschine[5]) auf den Markt bringt, für diese Baumaschine neue Wege zu weisen, steht noch dahin, obwohl die Verteilung des gleichmäßig anfallenden Betons mit einem schwenkbaren Band vorteilhaft wäre.

Die Maschinen sind mit einem Klappkasten versehen, der an einem Ausleger verfahren werden kann. Auch die Entleerung dieses Klappkastens erfolgt im allgemeinen selbsttätig in dem Augenblick, wo die rückläufige Bewegung des Kastens zur Mischmaschine einsetzt. Mit dem Klappkasten verbunden ist ein einstellbarer Abstreifer, um den Beton einigermaßen gleichmäßig auf der Baustelle zu verteilen. Er muß nunmehr in die Form der Straßenoberfläche ausgebreitet, gestampft und geglättet werden. Auch hierfür werden von den Firmen Dingler[6]), Vögele, Eßlingen, Maffei und Ambi Sondergeräte, die sogenannten Betonstraßen-Stampf- und -Glättmaschinen, Abb. 26 bis 29, gebaut. Der Stampfvorgang soll hierbei die durch Luft oder Wasser gebildeten Hohlstellen aus

[5]) Garbotz, Z. Bd. 72 (1928) S. 282 Abb. 6.
[6]) Garbotz, Z. Bd. 72 (1928) S. 283 Abb. 10.

Abb. 30
Pflasterramme der Dinglerschen Maschinenbau-A.-G., Zweibrücken.

Abb. 29
Straßenfertiger.

Abb. 31 bis 32
Pflasterramme mit 70 kg Rammgewicht, 72 Schläge/min, der Maschinenfabrik Eßlingen.

RZ 1253 Z 30 u. 31

a Luftreifen
b Viertaktmotor
c Werkzeugkasten
d Rammklotz
e hölzerne Schäfte
f Stützen
g Stützrad
h Magnetzünder
i Kurzschlußkabel
k Hebel zum Einstellen der Hubhöhe
l Rammsteuermuffe
m Fahrtrichtungshebel
n Fahrhebel
o Geschwindigkeitswechsel
p Kontakt
q Schlagstärke-Zusatzfeder

dem Beton entfernen bei Verwendung einer sehr steifen trockenen Mischung mit groben Zuschlagstoffen.

Die Maschine selbst kann vorwärts und rückwärts fahren. Ein Abstreifer verteilt den Beton auf die Wölbung der Straße. Die Stampfvorrichtung, die unmittelbar dahinter liegt und zunächst einen langen schweren und dann einen kurzen leichten Schlag ausführt, stampft den Beton so lange, bis dieser in eine dauernde schwingende Bewegung beim Hin- und Herfahren der Maschine gerät. Der Hub des Stampfers ist dabei je nach der Festigkeit des Betons und dem Arbeitsfortschritt veränderlich. Durch dieses Schlagen und Stampfen wird das überflüssige Wasser, das ja die Festigkeit des Betons ganz außerordentlich heruntersetzt, nach oben herausgetrieben und später durch den hinter dem Stampfer mit geringer Geschwindigkeit herlaufenden Glättriemen, der der Straße die endgültige Oberfläche gibt, mit fortgenommen.

Die Maschinen von Eßlingen und von Maffei, die nach dem System Ord arbeiten, stampfen den Beton nicht, sondern kneten ihn mittels zweier Preßbalken und wollen hierdurch unter Verzicht auf den Glättriemen, eine Trennung der verschiedenen groben Bestandteile vermeiden. Der Fertiger fährt auf zwei Profileisen, die die Straße seitlich begrenzen. Seine Breite ist je nach der Straßenbreite durch Einschieben von Zwischenstücken veränderlich.

Pflasterrammen und Geräte für Ausbesserungen

Für die Pflasterstraßen beschränken sich die maschinellen Hilfsmittel bei der Aufbereitung auf die Spaltmaschinen, wie sie beispielsweise die Maschinenfabrik Friedrich, Leipzig, für Leistungen von 2 m³ am Tage baut. Ein Lattenhammer übt den erforderlichen Schlag aus, der Spaltmeißel sitzt im Amboß. Das kleine und grobe Pflaster wird durchweg mit der Hand eingebracht, wenn auch eine Maschine hierfür auf den Markt gekommen ist.

RZ 1253 Z 32

Abb. 33
Straßenwärmer von Henschel und Linnhoff.

a Brenner
b Brennerhaube
c Strahlregler
d Brennstoffilter
e Einfüllstutzen
f Druckmanometer
g Luftablaßventil
h Brennstoffhahn
i Luftpumpe

Zur Fertigstellung der Straßendecke muß das Pflaster abgerammt werden. Hierfür bauen die Dinglersche Maschinenfabrik, die Maschinenfabrik Eßlingen und die Firma G. A. Schütz, Wurzen, maschinelle Pflasterrammen. Die Rammen nach Abb. 30 bis 32 heben und senken den Bären mechanisch durch Federn oder durch selbsttätiges Auskuppeln. Die Ramme, Abb. 1 S. 638, arbeitet wie eine unmittelbar wirkende Ramme mit Luftdruck.

Die letzte Gruppe maschineller Hilfsmittel für den Straßenbau umfaßt die Geräte, die zum Ausbessern fertiger Straßen dienen. Die Wegehobel, mit denen die Amerikaner unbefestigte Straßen wiederherrichten, haben sich nicht in Deutschland einführen können. Beim Betonstraßenbau hat man ja überhaupt versucht, durch die Gediegenheit der Ausführung nachträgliche Instandsetzungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Ist aus irgendwelchen Gründen das Aufbrechen einer Betonstraßendecke nicht zu vermeiden, so werden neuerdings Betonaufbruch-Drucklufthämmer verwendet, wie sie die Demag, Flottmann u. a. bauen[7]).

Wenn bei Steinschlag- und Makadamstraßen, insbesondere beim Deckverfahren, auf größere Längen etwa die beschädigte Decke aufzunehmen ist, werden Straßenaufreißer in Verbindung mit Straßenwalzen verwendet.

Schließlich werden neuerdings Schlaglöcher beseitigt, indem sie im Flickverfahren mit Schotter und Splitt unter Verwendung bituminöser Stoffe ausgefüllt werden. Das Anbinden setzt eine völlig saubere und trockene Straßendecke voraus. Hierfür werden verschiedene Staubsauger und Kehrmaschinen verwendet, wie sie u. a. Frisch, Augsburg, und Scheid, Limburg, herstellen. Auch ein Straßenanwärmer, Abb. 33, ist im Gebrauch, den in nahezu gleicher Ausführung die Firmen Henschel, Linnhoff, Meyer, Ammann u. a. bauen. Man unterscheidet dabei eine kleinere und eine größere Ausführung mit Schutzhaube, bei der eine größere Fläche von mehreren Ölbrennern erwärmt wird. Der Druck wird auch durch Kohlensäure in Stahlflaschen erzeugt. Diese Anwärmer werden auch zum Unkrautjäten benutzt.

Die Zahl der für den neuzeitlichen Straßenbau von der Maschinenindustrie gebauten Geräte ist außerordentlich groß, größer vielleicht, als es zur Zeit der Absatz erfordert. Es ist zu wünschen, daß es gelingt, die umfangreichen Straßenbaupläne zu verwirklichen, damit das in den Geräten aufgewendete geistige und finanzielle Kapital nutzbringend verwendet wird. [B 1253]

[7]) Garbotz, Z. Bd. 72 (1928) S. 283 Abb. 8.

Die Bauverfahren für Landstraßen

Von Oberbaurat Dr.-Ing. E. h. Nagel, Braunschweig

Grundsätze für die Trassierung und Herrichtung neuzeitlicher Straßen — Dauerhafte Fahrbahnbefestigungen mit Kleinpflaster, Beton, Asphalt und Teer und ihre Bewährung auf der Versuchsstraße in Braunschweig und auf den Landstraßen — Erfahrungen mit leichten Decken und Oberflächenbehandlungen — Herstellkosten verschiedener Deckenbefestigungen — Instandhaltung und Schonung der Straßen.

Grundsätze für die Trassierung

Der auf den Straßen nach Gewicht und Geschwindigkeit ständig zunehmende Verkehr hat dazu geführt, daß bei der Herstellung und Unterhaltung der raßen neue Anschauungen haben Platz greifen müssen. er früher mehr nach Grundsätzen der praktischen Erhrung geübte Straßenbau ist heute zu einem wichtigen eilgebiet der Technik geworden, um dessen Ausgestalng Theoretiker und Praktiker sich zur Zeit eifrigst emühen.

Für die Straßenbauforschung sind an den Techischen Hochschulen besondere Forschungsstellen einerichtet, die die Eigenschaften der verschiedenen traßenbaustoffe und ihre theoretisch richtige Verwenung untersuchen. Die auf Grund theoretischer Überegung und der Ergebnisse wissenschaftlicher Versuche Versuchsanstalten hergestellten Straßendecken werden uf Versuchstrecken erprobt. Die gleichen Orts- und ie gleichen Verkehrsverhältnisse ermöglichen einen inwandfreien Vergleich der verschiedenen hintereinnderliegenden Straßenbefestigungsarten einer solchen 'ersuchstrecke.

Ähnlichen Feststellungen dient auch die vom deutchen Straßenbauverband in Braunschweig auf besonlerem Gelände abseits vom sonstigen Straßenverkehr ngelegte Versuchstraße. Auch auf dieser Straße sind erschiedene, zur Zeit 22, Straßenbefestigungen zur Ausührung gekommen, die von bestimmten Fahrzeugarten efahren werden. Art, Größe und Schwere des Verehres kann hier beliebig geregelt werden, so daß sich ie Bewährung der verschiedenen Befestigungsarten unter erschiedenen Verkehrsverhältnissen ermitteln läßt.

Bei diesen Fahrversuchen kann man weiter noch eststellen, welchen Einfluß die Fahrgeschwindigkeit ind das Gewicht der Fahrzeuge auf die Fahrbahndecke usüben, und gleichzeitig den wichtigen Einfluß verchiedener Bereifungen der Fahrzeuge auf die Fahrbahnefestigung untersuchen. Die Kenntnis der Wechselwirung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn an der Berührungsstelle ist naturgemäß für die Beurteilung der weckmäßigen Konstruktion der Fahrbahn und ihrer Beährung von größter Wichtigkeit.

Schon beim Abstecken einer Straße muß den Bedürfissen des neuzeitlichen Verkehres Rechnung getragen verden. Der Kraftwagenschnellverkehr bedingt eine nöglichst gestreckte Linienführung der Straßen. Scharfe Kurven müssen vermieden werden. Während man sich rüher selbst auf Straßen, auf denen Langholzverkehr zu rwarten war, mit Krümmungshalbmessern bis herab auf 5 m begnügte, sollten heute bei den Hauptverkehrstraßen auch in schwierigem Gelände Krümmungshalbnesser unter 50 m vermieden werden. Im ebenen Geände, wo die Kraftfahrzeugführer auf freier Strecke aturgemäß die Fahrgeschwindigkeit der Wagen nach Möglichkeit auszunutzen versuchen, wird man unter 150 m ls Mindesthalbmesser für die Straßenkrümmungen kaum eruntergehen dürfen.

In den vorhandenen Straßen müssen Krümmungen, lie diesen Forderungen nicht entsprechen, nach und ach beseitigt oder ihre ungünstige Wirkung muß durch ntsprechende Maßnahmen abgeschwächt werden. Beim bermäßig schnellen Durchfahren der scharfen Kurven ewirkt auf Straßen mit der üblichen beiderseitigen uerneigung die Fliehkraft unter Umständen auf der ußenseite der Kurve ein Herausschleudern oder sogar in Umkippen des Wagens. Die Straßenkrümmungen üssen daher dem Kraftwagenschnellverkehr durch einsitige Querneigung der Fahrbahn mit Überhöhung nach außen angepaßt werden. Damit die gewöhnlichen Fuhrwerke solche Stellen noch gefahrlos befahren können, darf die einseitige Querneigung in den Kurven höchstens 6 vH betragen. Das Maß der Überhöhung ist im übrigen nach der Rauhigkeit der Fahrbahn zu bemessen.

Es ist eine Aufgabe der Forschungsstellen, für die theoretisch richtige Ausführung der Straßenkrümmungen Normen zu schaffen. Bislang ist auf diesem Gebiete von den Straßenbauern noch wenig getan, da ein solcher Kurvenausbau sehr kostspielig ist. Die Straßenkrümmungen sind Gefahrstellen auch wegen ihrer Unübersichtlichkeit. Namentlich kurz aufeinanderfolgende scharfe Gegenkurven werden von den Kraftfahrzeugführern sehr unangenehm empfunden. Der Straßenzug muß an solchen Stellen durch eine entsprechende Straßenverlegung gestreckt werden. Wo diese wegen schwieriger Geländeverhältnisse oder wegen der Bebauung des Seitengeländes nicht ausführbar ist, können die Fahrverhältnisse in der Kurve verbessert werden, indem als Mindestforderung die Fahrbahn an der Innenseite der Krümmung verbreitert wird.

Häufig ist die Übersichtlichkeit der Straßen außer in den Krümmungen auch an der Einmündung des Seitenverkehres durch Gebäude, hohe Böschungen und Einfriedigungen, durch Anpflanzungen und dergl. behindert. Auch diese Hindernisse müssen nach Möglichkeit beseitigt werden.

Bei der Neuanlage von Straßen müssen ebenfalls zur Sichtverbesserung Gegensteigungen im Längenprofil der Straße nach großem Halbmesser abgerundet werden, eine Verbesserung, die beim Vorhandensein von ungünstigen Gegensteigungen in bestehenden Straßen durch Tieferlegung der Straßenkuppe noch nachträglich vorgenommen werden sollte.

Als besonders gefährliche Wegstellen sind die Bahnkreuzungen mit oder ohne Wegschranken anzusehen. Auch ihre — meist sehr kostspielige — Beseitigung gehört zum Ausbauprogramm der Straßen.

Bislang ist auf dem Gebiete der Erhöhung der Fahrsicherheit auf den Straßen von den Wegeunterhaltungspflichtigen verhältnismäßig wenig getan, weil die verfügbaren Mittel zuerst für die der Zeit entsprechende Herrichtung der Fahrbahn selbst dringend gebraucht werden. Man hat sich einstweilen mit der Kennzeichnung der gefährlichen Wegestellen durch Warnungstafeln, Beleuchtung bei Nacht usw. geholfen.

Fahrbahnbefestigung und ihre Bewährung

Für den zweispurigen Verkehr auf den Landstraßen genügt im allgemeinen eine Fahrbahnbreite von 5,5 m und für Landstraßen mit regem Schnellverkehr eine Breite von 6 m. Landstraßen in unmittelbarer Nähe großer Städte und sonstiger Verkehrsmittelpunkte können ausnahmsweise eine dreispurige befestigte Fahrbahn von 7,5 m Breite erfordern. Die Herstellung dieser Fahrbahnbreiten ist in der Regel der erste Punkt im Ausbauprogramm der Straßenbauverwaltungen für die Anpassung der Straßen an den neuzeitlichen Verkehr.

Der zweite Punkt des Ausbauprogrammes befaßt sich mit der besseren Befestigung der Fahrbahn. Während früher die Entscheidung über die Art der Fahrbahnbefestigung verhältnismäßig einfach war, weil für die Landstraßen außer der wassergebundenen Schotterdecke in der Hauptsache nur Klein- oder Großpflaster in Frage kamen, ist heute die Wahl der unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse technisch richtigen und wirtschaftlich begründeten Fahrbahnbefestigung schwieriger.

Dabei ist vor allem auf die Beanspruchung der Straße durch den Kraftwagenverkehr Rücksicht zu nehmen.

Der Kraftwagen stellt viel höhere Anforderungen an die Straße als der gewöhnliche, von Zugtieren gezogene Wagen. Das vom Motor angetriebene ziehende Rad beansprucht die Straßendecke wesentlich ungünstiger als das gezogene Rad beim Pferdefuhrwerk. Die bei dem motorisch bewegten Kraftwagen ermöglichte hohe Geschwindigkeit übt auf die nicht geschlossene Schotterdecke eine saugende Wirkung aus und lockert dadurch namentlich bei Nässe das Gefüge der Decke. Die zeitweilig aufgeweichte Schotterdecke kann die schweren Lastkraftwagen nicht tragen. Das gleiche gilt natürlich auch für die schweren eisenbereiften Pferdefuhrwerke und für Zugmaschinen mit eisenbereiften Anhängern.

Bei hoher Belastung auf 1 cm Felgenbreite zerstören die Eisenreifen die weiche Fahrbahn noch mehr als die Lastkraftwagen bei gleicher Einheitslast, weil die Gummireifen den Druck auf eine größere Fläche verteilen. Wo schwere eisenbereifte Fahrzeuge in der ungünstigen Jahreszeit verkehren, wie beispielsweise auf den Straßen in der Nähe von Zuckerfabriken, Steinbrüchen, Kiesgruben usw., muß die Straßendecke diesem Verkehr angepaßt werden.

Die einzelnen Bauarten und -verfahren

Solche Straßen hat man mit gutem Erfolge mit Groß- und Kleinpflaster belegt. Das Kleinpflaster auf vorhandener Schotterdecke mit kräftigem Unterbau ist dauerhaft und wirtschaftlich. Seine Lebensdauer hängt außer vom Verkehr von der Güte des Pflastermaterials und der bei der Herstellung aufgewendeten Sorgfalt ab. Eine 30jährige Lebensdauer ist auch unter schwerem Verkehr keine Seltenheit. Das Kleinpflaster steht in Deutschland unter den dauerhaften Straßenbefestigungsarten obenan. Seiner allgemeinen Verwendung stehen jedoch die an sich hohen Herstellkosten, zur Zeit 12 bis 14 ℳ/m², im Wege.

Mit der Kleinpflasterdecke verwandt ist die Riesenschotterdecke, bei der im Gegensatz zum Kleinpflaster unregelmäßig bearbeitete Steinstücke von etwa der gleichen Größe wie die Kleinpflastersteine mit der spitzen Fußfläche in eine zuvor ausgebreitete Steinsplittschicht gesteckt und dann mit einer schweren Walze in diese Splittschicht hineingepreßt werden, so daß der Gesteinsplitt die Fugen zwischen den Riesenschottersteinen ausfüllt und diesen so seitlichen Halt verleiht. Durch einen Fugenverguß mit einer Teeremulsion und Hartsteinsplitt erfolgt dann der Fugenverschluß. Ob eine so hergestellte Decke ebenso lange hält wie eine regelrechte Kleinpflasterdecke, erscheint wegen der ungleich hohen Steinstücke zweifelhaft. Der Unterschied im Preise gegenüber den Kosten einer Kleinpflasterdecke ist vorläufig zu gering, um einen genügenden Anreiz für eine Bevorzugung der mit Patent- und Lizenzgebühren belasteten Riesenschotterdecke zu bieten. Sie kostet einschließlich der Vorbereitung des Unterbaues und aller Nebenarbeiten 9 bis 10 ℳ/m².

Auf Straßen, auf denen schwerer Eisenreifenverkehr selten ist, kommt man mit anderen billigeren Straßenbauweisen aus, bei denen außer dem Steinmaterial Zement oder Asphalt oder Teer als Baustoffe dienen.

Betonstraßen. Der Beton als Straßenbefestigung ist in Deutschland bislang nur verhältnismäßig wenig angewandt worden, während im Auslande, namentlich in Amerika, Betonstraßen in ausgedehntem Maße gebaut sind. Langjährige Erfahrungen mit Betonstraßen liegen daher in Deutschland noch nicht vor. Auf der Versuchstraße in Braunschweig ist im Jahre 1925 eine Betonstrecke eingebaut. Der zweischichtige Beton hat in der oberen Schicht eine netzartige Eisenbewehrung aus längs und quer gelegten 6 bis 8 mm-Rundeisen erhalten. Diese Betondecke hat auf drei Fahrspuren eine Belastung von 940 000 t je Fahrspur während 339 Fahrtagen, somit 2774 t/8 h durch Lastkraftwagen mit verschiedener Gummibereifung — Luftreifen, hochelastischer Reifen, Vollgummireifen — ohne wesentliche Abnutzung oder Beschädigung ausgehalten. Weniger gut hat der Beton der Fahrspur 4 dem Befahren mit gummibereiften Zugmaschinen und eisenbereiften Anhängern trotz wesentli geringerer Gesamt- und Tagesbelastung standgehalte

Der gemischte Verkehr, ein Lastkraftwagen mit Vo gummireifen, zwei Zugmaschinen mit schweren eise bereiften Landfuhrwerken als Anhänger und drei v Zugtieren gezogene eisenbereifte Ackerwagen, d. h. 52 v Gummiverkehr und 48 vH Eisenreifenverkehr, hat d Beton der Fahrspur 2 in zwei Monaten aufgerauht u demnach abgenutzt.

Bei erheblich überwiegendem Gummiverkehr kan der Beton als eine geeignete Straßenbauweise auch f schweren Verkehr angesehen werden. Die Haltbarkeit d Betons und die Wirtschaftlichkeit dieser nicht billig Straßenbefestigung sind für Straßen mit schwerem Eise reifenverkehr zweifelhaft. Die Versuchstraße hat 11 ℳ/r gekostet. Die Betondecke kann aber bei Fortlassung d als entbehrlich anzusehenden Eisenbewehrung und b rationeller Herstellung auf rd. 8,5 ℳ/m² verbilligt we den. Auf der Versuchstraße in Braunschweig ist i Jahre 1927 auf einer Teilstrecke der bewehrte Beton dur unbewehrten Beton ersetzt, über dessen Haltbarke die zur Zeit noch im Gange befindlichen weiteren Fah versuche Aufschluß geben werden. Das Bestreben d Straßenbautechniker muß dahin gehen, die eigentlic Fahrfläche der Betondecke gegen die Angriffe durch d Fahrzeuge so widerstandfähig wie möglich zu mache Auf der Versuchstraße in Braunschweig hat deshalb e Stück der Betondecke einen dünnen Überzug von 7 b 10 mm aus Duromitbeton erhalten. Auch die B währung dieser Maßnahme muß abgewartet werden.

Ein Übelstand bei der Herstellung von Betonstraße ist die lange Erhärtungszeit, was sich namentlich bei d Wiederherstellung der Decke nach notwendigen Straße aufbrüchen unangenehm bemerkbar macht. Wird dem Z ment Sikaflüssigkeit zugesetzt, so wird das Erhärte sehr beschleunigt, so daß solche Flickstellen bereits na zwei Tagen befahrbar sind, wie Versuche auf der Ve suchstraße in Braunschweig zeigten. Ein schnelles E härten des Betons sucht man auch durch die Verwendun von hochwertigem Zement in der Verschleißschicht d Betondecke zu erzielen.

Um wilde Schwindrisse im Beton infolge der Te peratureinflüsse zu verhüten, wird die Betondecke dur eine Längsfuge in der Mitte der Straße und Querfugen i 8 bis 10 m Abstand in Tafeln zerlegt. Die Trennfuge erzielt man durch Lehmausstrich der Tafelstirnfläche oder durch Einlegen von dünnen Pappstreifen. Die Tafel werden dann ohne Zwischenräume gegeneinander b toniert. Offene Fugen, die nachträglich mit Asphalt au gefüllt werden, haben sich nicht bewährt, da die Fuge ausfüllung häufig erneuert werden muß, wodurch beso dere Unterhaltungskosten entstehen. Auch tritt an de Fugen ein Verschleiß bei Befahren der Straße ein.

Als besondere Anfertigungsarten der Betondecke sind der Soliditbeton und der Rhoubenite beton zu nennen, die günstig beurteilt werden. Hie her gehören endlich noch die unter hohem Druc hergestellten Arahartsteinplatten, die au einer sehr sorgfältig und profilgerecht mit Mörtel abg glichenen alten Steinbahn verlegt werden. Sie sind seh teuer und bei schwerem Verkehr wenig widerstandsfähi wie die Beobachtung auf der Versuchstraße lehrt. Do ist ferner noch unter Ausnutzung der hydraulische Eigenschaften der Hochofenschlacke, die durch Zermahle in einem Kollergang geweckt werden, Abb. 1, Weck beton mit geringem Zementzusatz verwendet, der bi liger als obige Betonausführungen hergestellt werde kann. Seine Bewährung muß abgewartet werden.

Asphaltstraßen werden auf den Landstraßen i verschiedener Weise ausgeführt.

Bei Asphalttränkmakadam wird eine g wöhnliche Schotterdecke verschiedener Körnung unte Splittzusatz für die obere Lage in üblicher Weise eing walzt, dann mit dem erhitzten Asphalt unter Druck g tränkt und abermals gewalzt. Durch nochmaliges B spritzen mit heißem Asphalt, Absplitten und Abwalze wird die Oberfläche dicht und wasserundurchlässig g macht.

Steinschlagasphalt wird in der Weise herestellt, Abb. 2, daß man Feinschotter, Splitt und Sand in der Mischmaschine mit heißem Aspahlt innig mischt, heiß inbaut und walzt. Zum Ausfüllen der in der Decke noch vorhandenen Hohlräume und zum Verstärken der Decke wird eine mit heißem Asphalt aufbereitete Grandandmischung als zweite Schicht aufgewalzt. Die Decke rhält dann noch einen heißen Spramexüberzug mit einer Absplittung aus Feinsplitt als Verschleißschicht.

Die Bauweise des Asphaltbetons unterscheidet ich vom Steinschlagasphalt durch eine andere Kornzuammensetzung des Steingerüstes. Der Asphaltbeton beteht aus einer Mischung von Steinsplitt, Steingrus, Steinand und Steinmehl, mit heißem Asphalt in der Mischmaschine gut gemischt und heiß auf einen festen Straßennterbau in einer bis zwei Lagen eingebaut und eingewalzt. Die Korngröße der Mineralmasse kann verschieen gewählt werden, wenn nur der Grundsatz des Hohlaummindestmaßes gewahrt wird.

Der Sandasphalt stellt ein gleichfalls streng nach em Hohlraummindestmaß zusammengesetztes Gemenge us reinem Quarzsand verschiedener Korngröße mit Steinnehl als Füllstoff dar. Dieses in der Mischmaschine mit eißem Asphalt umhüllte Gemenge wird auf tragfähigem traßenunterbau heiß eingebaut und zusammengewalzt. Die Dicke der Decke richtet sich nach dem aufzunehmenen Verkehr. Die Sandasphaltdecke wird auch als Verchleißdecke auf eine alte Schotter- oder Pflasterdecke, uf eine Mitteldecke aus Steinschlagasphalt oder auf Beon aufgebracht. Sie ist als verbilligte Stampfasphaltecke, wie auf Stadtstraßen mit starkem Verkehr ausgeührt, anzusehen.

Die erwähnten Asphaltstraßen-Bauweisen haben sich n der Praxis bewährt. Sie werden in der angegebenen eihenfolge entsprechend der Schwere des Verkehrs anewandt. Die Asphalt-Tränkmakadamdecke ist nur auseichend für leichten bis mittleren Verkehr. Ihr Gelinen ist in hohem Maße von der Witterung abhängig, was is zu einem gewissen Grade auch bei den anderen drei usführungen der Fall ist. Eine Steinschlag-Asphaltdecke t im Jahre 1925 auf der Versuchstraße in Braunschweig ingebaut und den dort angestellten Fahrversuchen mit nterworfen worden. Sie hat etwa ein Jahr lang den hweren Lastkraftwagenverkehr von 2774 /8 h, sowie wei Monate lang den schweren gemischten Verkehr von 635 t/8 h, und endlich rd. neun Monate einen Zugaschinenverkehr mit eisenbereiften Anhängern von 94 t/8 h, je nach der Bereifungsart, sehr gut bis gut usgehalten. Die Unterhaltungskosten dieser Decke aren verhältnismäßig gering. Eine Steinschlag-Asphaltecke der auf der Versuchstraße in Braunschweig anewendeten Bauart kann daher auch für schweren Verehr empfohlen werden.

Abb. 2
Herstellung von Steinschlagasphalt.

Abb. 1. Kollergang zum Zermahlen von Hochofenschlacke für die Herstellung von Weckbetonstraßen.

Die Vorzüge der genannten Asphaltbeläge sind: Schnelle und preiswerte Herstellung, wenn größere zusammenhängende Strecken ausgeführt werden; kleinere Ausführungen werden durch das Heran- und Wegschaffen der großen Maschinen im Einheitspreis verteuert; Verkehrssicherheit der Beläge, wenn das Quergefälle der Decke richtig gewählt ist, auch bei starken Steigungen bis 4 vH; geringe Staubentwicklung bei guter Sauberhaltung der Decke; einfacher Unterhalt durch zeitweiliges Anstreichen der Oberfläche mit Asphalt und Absplitten; größere Schäden lassen sich in der warmen Jahreszeit im Heißverfahren und sonst mit Asphaltemulsionen im Kaltverfahren leicht beseitigen.

Außer diesen künstlichen Asphaltbauweisen mit wenig Asphalt kommt auf den Landstraßen auch noch der Gußasphalt als ein preiswerter und haltbarer Straßenbelag für schweren Verkehr zur Anwendung. Er wird als Hartgußasphalt mit hohem Tropfpunkt auf einer genügend starken Betonunterlage, auch auf altem Pflasteroder auf Steinschlagbahnen in 3 bis 6 cm Dicke ausgeführt. Die von der Fabrik gelieferte Asphaltmasse, die Mastixbrote, werden an der Baustelle in Heizkesseln aufgeschmolzen und mit geeignetem Kies oder Steingrus zu 30 bis 35 vH des Asphaltgewichtes mittels Rührwerkes sorgfältig gemischt, wobei die erfahrungsgemäß richtige Bemessung des Bitumens von wesentlicher Bedeutung ist. Diese streichfähige Masse wird dann in 2 bis 3 cm dicken Schichten auf dem profilgerecht vorbereiteten Unterbau heiß aufgebracht und mit Reibhölzern glattgestrichen.

Der Hartgußasphalt ergibt beim Erkalten eine geschlossene, dichte und tragfähige Decke, die alsbald dem Verkehr übergeben werden kann. Zweilagig in einer Gesamtdicke von 5 bis 6 cm auf alter Pflaster- oder Schotterbahn mit vorherigem Ausgleich der vorhandenen Unebenheiten und nach entsprechender Profilierung der alten Decke aufgebracht, trägt die Hartgußdecke auch ganz schweren Verkehr. Der Hartgußasphalt ist verhältnismäßig rauh, wenn das richtige Gesteinmaterial als Zuschlagstoff verwendet wird. Er kann dann unbedenklich in Steigungen bis zu 3 vH angewendet werden. Die Zugtiere gewöhnen sich bald an die fugenlose Decke. Als ein Nachteil dieser Decke macht sich der langsame Baufortschritt infolge der bei der Herstellung erforderlichen Handarbeit und wegen der ungenügenden Leistung der bisher verwendeten Schmelzkessel bemerkbar. Der neue Hochleistungskocher, Abb. 3, ermöglicht die Bereitstellung von 6 t/h Hartgußmasse, wodurch die Arbeit entsprechend beschleunigt werden kann.

Teerstraßen. Obwohl nach ähnlichen Gesichtspunkten wie die Asphaltdecken hergestellt, unterscheiden sich die Teerdecken dadurch, daß sie sowohl heiß wie kalt eingebaut werden. Folgende Ausführungsarten kommen zur Anwendung.

Innentränken einer neuen aus Grob- und Feinschlag gebildeten vorgewalzten Schotterdecke. Die Tränkung mit dem heißen Teer erfolgt unter Druck und sofort anschließend die Absplittung und das Festwalzen.

Beim Teermakadam im Heißeinbauverfahren wird das Steinmaterial an der Baustelle in der Mischtrommel erhitzt, entstaubt und mit heißem Teer umhüllt und dann schichtenweise, das gröbere Material unten, das feinere oben, heiß eingebaut. Die Decke wird durch Bespritzen mit einer Teer-Spramexmischung, Absplitten und Abwalzen geschlossen. Eine solche Decke, eine Bitarmacdecke, ist auf der Versuchstrecke in Braunschweig im Jahre 1925 eingebaut. Sie hat die Dauerversuchsfahrten der Lastkraftwagen von 2774 t/8 h mit Luft- und hochelastischen Reifen gut ausgehalten; im übrigen hat sie versagt.

Im Herbst 1927 ist dort eine anders zusammengesetzte Teermakadamdecke, eine Ohlsche Decke, in drei Lagen im Heißeinbauverfahren sehr sorgfältig hergestellt worden, die bislang nach fünfmonatiger Fahrzeit bei rd. 2200 t/8 h durch Lastkraftwagen einwandfrei liegt. Die Decke ist bei gutem Wetter ausgeführt.

Abb. 3
Hochleistungskocher der Deutschen Asphalt-A.-G., Hannover, für Gußbeton.

Mit gewissen Verschiedenheiten im Aufbau der Decke und in der Zusammensetzung des verwendeten Teeres werden solche Teermakadamdecken auch von anderen Firmen in verschiedener Güte und mit wechselndem Erfolg eingebaut. Ihre Ausführung wird durch den Umstand erschwert, daß ihr Gelingen sehr von der Witterung und von der Sorgfalt der Ausführung abhängt.

Von geringerer Bedeutung ist das Wetter beim Kalteinbau von Teermakadam- oder Teerbetondecken, obwohl auch hierbei warmes, trockenes Wetter erwünscht ist.

Bei dem Kalteinbauverfahren wird das Stein-, Splitt- und Grusmaterial in der Steingewinnungsstelle oder an der Baustelle in besonderen Aufbereitanlagen fabrikmäßig geteert und nach einer gewissen Lagerzeit, während der der Baustoff einen natürlichen Verharzungsprozeß durchmacht, kalt eingebaut. Auch hierbei befolgen die Firmen die verschiedensten Verfahren.

Auf der Versuchstraße in Braunschweig ist im Herbst 1927, etwa zu der gleichen Zeit wie die Teermakadamdecke im Heißeinbauverfahren und unmittelbar an diese anstoßend eine Teermakadamdecke, Bauart Lüer, unter Verwendung von geteerter Hochofenschlacke, in vier Lagen kalt eingebaut. Die Decke hat dann nach einiger Zeit noch eine Oberflächenbehandlung mit einem Gemisch aus Teer und Mexikobitumen und einer Absplittung aus feinkörnigem Basalt erhalten.

Auf der anderen Seite der heiß eingebauten Teermakadamdecke wurde eine von dem Unternehmer mi Teerbeton bezeichnete Decke im Kalteinbauverfahren unter Verwendung von geteertem Basalt in zwei Lager verschiedener Korngröße und mit einer oberen Teersandschicht im ganzen 5,5 cm dick ausgeführt. Die Decke hat nach vier Wochen einen Spramexüberzug und eine Absplittung aus feinkörnigem Hartsteinsplitt erhalten.

Unter den Teerdecken im Kalteinbauverfahren nimm die Dammansche Eß-Asdecke, die gleichfalls auf der Versuchstraße in Braunschweig erprobt ist, eine Sonderstellung ein. Die feinkörnig gemahlene Hochofenschlacke ist fabrikmäßig mit wenig Teer umhüllt. Dieser irreführend Schlackasphalt (Eß-As) genannte geteerte Hochofenschlackengrus wird kalt auf die zu verbessernde Straßendecke gebracht und mit leichten und schweren Walzen soweit verdichtet, daß die Decke normalen Verkehr tragen kann. Die weitere Dichtung besorgt dann der Verkehr selbst. Eine gewisse nicht zu hohe Verkehrsbelastung alsbald nach der Herstellung vorstehender Teerdecken ist wegen der notwendigen Dichtung der Decken allgemein von Bedeutung. Nach einer gewissen Einfahrzeit können die Decken auch schweren Verkehr tragen, wie sich auf der Versuchstraße in Braunschweig gezeigt hat, wo die oben erwähnten drei im Kalteinbauverfahren hergestellten Decken den fünfmonatigen schweren Lastkraftwagenverkehr von 2200 t/8 h bislang anstandlos ausgehalten haben.

Zu erwähnen bleibt noch die Dammannsche Einstreudecke, bei der Eß-As-Masse zur Ausfüllung de Hohlräume einer gewöhnlichen Schotterdecke benutzt wird Mit einer dünnen Verschlußdecke aus Eß-As-Material ergibt sich eine Decke, die für mittleren Verkehr ausreicht

Bei den bisher besprochenen Straßenbauweisen handelte es sich um die Herstellung einer möglichst haltbare Dauerbefestigung, wobei vorausgesetzt wurde, daß ein alte, standfeste Straßendecke als Unterbau benutzt werde konnte. Die Wahl der Decke erfolgt dann je nach de Art und Schwere des Verkehrs am besten unter Verwendung von Baustoffen, die nicht mit zu hohen Transpor kosten vorbelastet sind. Diese Dauerdecken sind natürlic entsprechend teuer und nur bei langer Lebensdauer wir schaftlich. Leider besitzen wir in Deutschland nur übe die Lebensdauer des Kleinpflasters ausreichende Erfah rung, während wir die Lebensdauer der anderen m Zement, Asphalt oder Teer in ganz verschiedener Weis hergestellten Decken unter den ganz verschiedenen ör lichen Verhältnissen nur abschätzen können.

Hieraus erklärt sich vermutlich bei vielen Straßen baubeamten die besondere Vorliebe für die Herstellun von Kleinpflaster trotz der hohen Baustoffpreise un Pflasterlöhne. Die schweren bituminösen Decken koste nur rd. die Hälfte bis Dreiviertel vom Kleinpflaster. Si können deshalb schon bei geringerer Lebensdauer seh wohl mit dem Kleinpflaster in Wettbewerb treten.

Im Einzelfall soll diejenige Bauweise gewählt werden, die bei einem Geringstaufwand an Anlage- und Unterhaltungskosten den auf der betreffenden Straßendecke z erwartenden Verkehr möglichst lange aushalten kann. Di Höhe der Unterhaltungskosten und die Lebensdauer müsse auf Grund vorliegender Erfahrungen geschätzt werden.

Herstellung von leichten Decken

Außer den obigen schweren und mittelschwere Decken nimmt in der heutigen Straßenbautechnik die Herstellung leichter Decken einen breiten Raum ein. E handelt sich dabei um die dünnen Überzüge, bis 3 c dick, über einer eingefahrenen neuen oder in gutem Zustand befindlichen alten Schotterdecke. Diese Überzüge werden unter Verwendung von Teer oder Aspha oder von beiden Stoffen und Splitt entweder gleich i einer Dicke bis 3 cm aufgebracht oder durch mehrmalige Anstreichen und Absplitten und Aufwalzen der Splitt decke nach und nach in dieser Dicke erzielt. Hie bei kann entweder das Heiß- oder Kaltverfahren zur A

wendung kommen. Die sorgfältig gesäuberte Straße erhält einen Heißteeranstrich nebst Absplittung und, nachdem der Splitt eingefahren ist, einen heißen Spramexanstrich oder einen Anstrich aus einem Gemisch von Teer und Spramex mit abermaliger Absplittung. Wie diese Oberflächenbehandlung auf einem Teilstück der Versuchstraße in dem Jahre 1925 hat erkennen lassen, kann eine so behandelte Straße den Verkehr von schweren Lastkraftwagen nur bei Luftbereifung längere Zeit aushalten. Wenn eine solche mit einem leichten Überzug versehene Decke von Lastkraftwagen mit Vollgummireifen oder von eisenbereiften Fahrzeugen stark befahren wird, erfordert sie ständige Wartung und Ausbesserung in kaum geringerem Maße wie eine wassergebundene Decke. Sie ist dann für diese Verhältnisse ungeeignet.

Die stark von der Witterung beeinflußte Heißbehandlung wird neuerdings ersetzt durch eine Kaltbehandlung mit Teer- oder Asphaltemulsionen. Diese Emulsionen sind in großer Zahl und unter den verschiedensten Bezeichnungen am Markt. Sie haben die Eigenschaft, nach Verwendung auf der Straße das zur Aufschwemmung benutzte Wasser abzustoßen, so daß Teer oder Bitumen frei werden und in Wirksamkeit treten können. Ihr Hauptvorzug gegenüber der unmittelbaren Verwendung von Teer oder Bitumen besteht in ihrer Verwendbarkeit auch bei weniger gutem Wetter, was sie namentlich für Ausbesserungszwecke in der ungünstigen Jahreszeit geeignet erscheinen läßt. Sie werden außer zur Oberflächenbehandlung auch für Innentränkungen mit Erfolg verwendet.

Die Schotterdecke wird im letzteren Falle zweckmäßig so hergestellt, daß der Steinschlag nicht unmittelbar auf die alte Decke, sondern auf eine vorher auf der alten Steinbahn ausgebreitete Sand- oder Steingrusschicht geschüttet wird. Beim Festwalzen des Steinschlages arbeitet sich der Sand oder Grus nach oben. Sobald dieser an der Oberfläche erscheint, wird die Tränkung und Absplittung vorgenommen. Die Emulsion bleibt dabei in der Oberschicht der Decke. Es wird auf diese Weise an Emulsion gespart. Man nennt diese Ausführungsweise eine H a l b t r ä n k u n g. Unter den Asphaltaufschwemmungen hat sich namentlich Colas bei verschiedenen Verwaltungen seit mehreren Jahren gut bewährt. Fehlschläge mit Colas sind bei fachmännischer Ausführung selten.

Eine Aufbereitung des Steinmaterials mit Aufschwemmungen vor dem Einbau wie bei der sonstigen Verwendung von Teer und Asphalt ist bislang nicht gelungen. Der Nachteil der verschiedenen Aufschwemmungen, die in der Regel etwa 50 vH Teer oder Asphalt enthalten, besteht darin, daß sie alle ein langes Lagern nicht vertragen können, weil sie dann häufig schon in den Transportgefäßen zerfallen. Auch sind sie, gemessen an dem Teer- oder Bitumengehalt, sehr teuer. Wegen ihrer bequemen Handhabung werden sie von den ausführenden Straßenbauorganen gern benutzt. Über ihre Wirtschaftlichkeit liegen noch keine ausreichende Erfahrungen vor. Es kommt darauf an, in welchen zeitlichen Zwischenräumen die Wiederholung der Oberflächenbehandlung notwendig wird, um einen ständig einwandfreien Zustand der Fahrbahn sicherzustellen. Die Oberflächenbehandlungen können bei leichtem Verkehr und bei zeitweiliger Wiederholung als eine zweckmäßige Art der Straßenunterhaltung gelten. Sie erfüllen hier ihren Zweck, eine Verlängerung der Lebensdauer der dem Verkehr sonst nicht mehr standhaltenden Schotterdecke herbeizuführen. Bei mittlerem und schwerem Verkehr kann die Oberflächenbehandlung nur als eine vorläufige Straßenverbesserung gewertet werden. Dauerhaftere Straßenbauweisen müssen dann später folgen.

Außer durch die praktische Verwendung kann die mutmaßliche Tauglichkeit der in großer Zahl an den Markt gebrachten Emulsionsarten bereits durch Prüfung im Laboratorium und durch einfache praktische Versuche auf der Baustelle ermittelt werden. Es ist eine Aufgabe der Forschungsstellen an den technischen Hochschulen, einfache und doch zuverlässige Prüfverfahren für die Baustelle zu ersinnen und Wertigkeitsziffern zu ermitteln.

Auf der Versuchstraße in Braunschweig ist die im Frühjahr 1925 hergestellte Schotterdecke im August 1926 mit Öl- und Teeremulsionen behandelt, wodurch die Auflösung der Schotterdecke, die man infolge des schweren Lastkraftwagenverkehrs befürchtete, so weit verhindert werden konnte, daß ihre weitere verkehrsfähige Instanderhaltung ermöglicht wurde. Die im Herbst 1927 neu eingebaute Chaussierung ist nach einer gewissen Einfahrzeit auf einer Teilstrecke mit einer Asphaltemulsion oberflächlich und auf der anschließenden Strecke mit einer Innentränkung der gleichen Aufschwemmung versehen. Beide Strecken haben dem rd. fünfmonatigen Lastkraftwagenverkehr nur bei ständiger Ausbesserung schadhafter Stellen standgehalten. Derartige Überzüge dürften daher nur für Straßen mit leichtem bis mittelschwerem Verkehr in Frage kommen.

Zu erwähnen bleibt schließlich noch eine neue Straßenbauweise, die zwar auf der Versuchstraße nicht angewandt wurde, worüber aber eigene, wenn auch erst kurze, Erfahrungen vorliegen, nämlich:

Die B e t o n a l s t r a ß e, die in der Weise hergestellt wird, daß eine Kalksteinschotterdecke mit Sand überstreut und mit einem Wasserglaspräparat (Betonal) übergossen oder überstreut wird. Unter dessen Einwirkung bei Nässe wird der in üblicher Weise gewalzte Kalksteinschotter härter und widerstandfähiger, so daß die Abnutzung der Kalksteinschotterdecke verringert und ihre Lebensdauer verlängert wird, wodurch sich die nicht sehr erheblichen Mehrkosten für die mit Betonal behandelte Schotterdecke voraussichtlich wirtschaftlich rechtfertigen lassen. Als Vorzug einer solchen Decke ist auch ihre geringere Staubentwicklung anzuführen, die gerade bei Kalksteindecken sehr unangenehm empfunden wird.

Herstellkosten von Straßendecken

Über die Herstellkosten der verschiedenen oben kurz erläuterten, neuzeitlichen Straßendecken für Landstraßen lassen sich für Mitteldeutschland folgende überschlägliche Angaben machen:

Die leichten Oberflächendichtungen einer nachprofilierten Schotterbahn stellen sich einschl. dieser Profilierungskosten auf 3 bis 4 ℳ/m² je nach Art der Ausführung und der Menge Schotter, Splitt, Teer oder Asphalt. Sie genügen bei rechtzeitiger Wiederholung des Deckenanstriches und der Absplittung für einen Verkehr bis etwa 500 t/24 h. Die mittleren Decken von 3 bis 5 cm Dicke sowie die Halbtränkungen kosten 4 bis 6 ℳ/m² und genügen für einen Verkehr bis etwa 1000 t/24 h. Bei noch stärkerem Verkehr bis etwa 1500 t/24 h kommen 6 bis 9 cm dicke Teer- oder Asphaltdecken und bis 15 cm dicke Betondecken für 8 bis 9 ℳ/m² in Frage. Bei mehr als 1500 t/24 h Verkehr sind dicker Beton- oder Asphalt- oder Kleinpflasterdecken zu wählen, die 10 bis 12 ℳ/m² kosten. Ganz schwerer Eisenreifenverkehr erfordert Großpflaster.

Mit vorstehenden Angaben ist aber nur eine allgemeine Richtlinie für die Deckenwahl gegeben. Welche Ausführungsart im Einzelfalle tatsächlich gewählt wird, hängt von vielen Nebenumständen ab, wobei auch dem persönlichen Empfinden des für die Ausführung verantwortlichen Straßenbaubeamten ein gewisser Spielraum einzuräumen ist. Bei gewissenhaftem Studium der einzelnen Bauweisen und bei sorgfältiger Überwachung der Bauausführung werden häufig erfreuliche Erfolge auch bei den leichten und mittleren Bauweisen erzielt. Die neuzeitlichen Straßenbauweisen erfordern große Sachkunde und Sorgfalt bei der Ausführung. Die Innehaltung der vorgeschriebenen Lieferbedingungen muß überwacht werden. Die verwendeten Baustoffe müssen laufend auf ihre Güte und Brauchbarkeit für die vorliegende Ausführung untersucht werden.

Nachdem seit etwa fünf Jahren so viel theoretisiert, untersucht, gesprochen und geschrieben ist, dürfte nunmehr eine gewisse Klarheit über das Wesen und Anwendungsgebiet der einzelnen Bauweisen in den betreffenden Fachkreisen herbeigeführt sein, so daß bei unvoreingenommener Überlegung die Wahl der im Einzelfall geeigneten Straßenbauweise nicht mehr schwierig sein kann. Auch dürfen bei sachrichtiger Ausführung Fehlschläge in der Regel nicht mehr vorkommen.

Die neuen Decken müssen jedoch auch gepflegt und unterhalten werden. Dabei ist die Verkehrszusammensetzung nach Art, Häufigkeit und Schwere von Bedeutung. Auch die Witterungseinflüsse spielen eine wesentliche Rolle. Wenn bei anhaltend nasser Witterung Feuchtigkeit von oben oder unten in die Straßendecke eindringen kann, so werden bei nachfolgendem strengen Frost deutliche Schäden an der Decke zu beobachten sein. Bei aufgehendem Frost sind die Fahrbahndecken am gefährdetsten. Schwere Belastung in dieser Zeit führt leicht zu einer Zerstörung der Decke, wobei die Fuhrwerke mit Eisenreifen der Decke ganz besonders verhängnisvoll werden können. Wenn schwerer Eisenreifenverkehr auf der Straße selten ist, so kann man in der Regel mit einer mittelstarken geschlossenen Decke gut auskommen, weil sich eine solche Decke laufend gut und leicht instandhalten läßt. Der schwere Eisenreifenverkehr mit hoher Felgenbelastung, aber auch der mangelhaft bereifte schwere Lastkraftwagenverkehr erfordern stärkere Straßendecken und bedingen zur Aufrechterhaltung des guten Straßenzustandes eine teure Unterhaltung. Die Straßen müssen daher vor allem vor einer Überlastung in der ungünstigen Jahreszeit geschützt werden, was durch polizeiliche Maßnahmen zu geschehen hat. Durch ein Verbot der Vollgummireifen, durch eine Geschwindigkeitsbeschränkung für die Zugmaschinen und durch eine Verringerung der Einheitsfelgenbelastung, namentlich bei den eisenbereiften Fahrzeugen, könnten die Wege-Unterhaltungspflichtigen, die in guten Zustand gebrachten Fahrbahnbefestigungen auch mit erschwinglichen Mitteln in diesem Zustand erhalten. Andernfalls wird die Instanderhaltung der Straßen auch bei Ausführung von guten und teuren Straßenbefestigungen eine schwer lösbare Frage bleiben. [B 1449]

Die Baustoffe der Teerstraßen

Von den neuzeitlichen Wegebefestigungen ist der Teerstraßenbau insofern von besonderer Bedeutung, als er einheimische Baustoffe benutzt. Von seinen verschiedenen Ausführungsarten, nämlich Teermakadam, Teerbeton, Innentränkung und Oberflächenbehandlung, ist die letztere gleichzeitig besonders vorteilhaft, weil sie es ermöglicht, größere Strecken unsrer Landstraßen mit geringen Kosten so auszubauen, daß sie dem immer stärker werdenden Kraftwagenverkehr genügen. Von den rd. 200 000 km Landstraßen in Deutschland sind rd. 35 vH bei einem Tagesverkehr von 200 bis 400 t für Oberflächenbehandlung geeignet. Dementsprechend ist der Verbrauch von Teer für den Straßenbau von 3000 t im Jahr 1924 auf 60 000 t in 1926 gestiegen.

Für Oberflächenbehandlung liegt bereits ein Merkblatt der Studiengesellschaft für den Automobilstraßenbau vor, das, auf deutsche Verhältnisse zugeschnitten, die hauptsächlichsten Bestimmungen für den Teer und seine Einbauweisen enthält. Für den Straßenbau soll im allgemeinen nur ein besonders hergestellter Straßenteer benutzt werden, u. zw. zubereiteter (präparierter) und destillierter Teer sowohl für Oberflächen- als für Innenteerung. Als Anhalt mögen die Grenzwerte in Zahlentafel 1 beim Straßenteer I für Oberflächenbehandlung und beim Straßenteer II für Tränkungs- oder Mischverfahren dienen. Die Herstellung erfolgt dabei meistens derart, daß nach der Fraktionierung je nach der Verwendungsart Pech mit den entsprechenden Ölen gemischt wird, um die zweckmäßigste Zusammensetzung zu erhalten.

Zahlentafel 1

	Straßenteer I	Anthracenölteer 50/50	Anthracenölteer 60/40	Straßenteer II
Spez. Gewicht bei 15 °C nicht höher als	1,225	1,225	1,225	1,240
Wasser nicht mehr als . . vH (Gew.)	1	1	1	1
Andere Destillate unter 170 °C (Leichtöle) nicht mehr als vH (Gew.)	1	1	1	1
Destillate von 170 bis 270 °C (Mittelöle) innerhalb vH (Gew.)	12 bis 24	1 bis 15	1 bis 10	10 bis 18
Destillate von 270 bis 300 °C (Schweröle) innerhalb vH (Gew.)	4 „ 12	4 „ 12	4 „ 12	6 „ 12
Phenole nicht mehr als . . vH (Raum)	5	3	3	4
Naphtalin nicht mehr als . . vH (Gew.)	5	3	3	5
Freier Kohlenstoff vH (Gew.)	5 bis 18	5 bis 18	5 bis 18	24
Zähigkeit nach Hutchinson . . s	3 „ 15	1 „ 15	20 „ 80	20 bis 100
Pechgehalt vH (Gew.)	55 „ 65	45 „ 55	55 „ 65	—

Wenn auch diese Teere einerseits in der Fabrik oder auf der Baustelle verarbeitet werden, so ist man anderseits daran gegangen, namentlich für Oberflächenbehandlungen und Innentränkungen Teeremulsionen zu verwenden, die man auf der Baustelle, teilweise mit Wasser verdünnt, ohne besondere Maschinen, mit der Gießkanne, allenfalls unter Benutzung von Spritzgeräten aufbringt.

Von den Gesteinarten kommen natürliche Steine: Diabas (Grünstein), Basalt, Granit, Porphyr, härterer Kalkstein usw. in Frage, die unbedingt staub, lehm- und tonfrei, sowie völlig trocken sein müssen.

Im allgemeinen ist jedes Hartgestein zu verwenden, das bei hoher Zähigkeit genügende Druckfestigkeit hat und nicht zu spröde ist. Die Druckfestigkeit bei Grünstein beträgt rd. 3000 kg/cm² und mehr. Stark kapillarporöse Gesteine sind zu vermeiden, da sie Teeröle aufsaugen. Viel benutzt wird ferner Hochofenschlacke. Hierfür hat das Preußische Landwirtschaftsministerium im April 1927 die „Richtlinien für Hochofenschlacke als Straßenbaustoff“ aufgestellt. In Frage kommen nur saure Hochofenschlacken mit größerem Kieselsäure- und geringem Kalkgehalt, die bei der Herstellung von Thomasroheisen entstehen, nicht zerfallen und in ihrer Härte und Druckfestigkeit den natürlichen Gesteinen mindestens gleichkommen und wegen ihrer rauhen Oberfläche ein besonders gutes Festhaften des Teers gewährleisten.

Eine solche Hochofenschlacke setzt sich hauptsächlich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

Kieselsäure	28 bis 40 vH	Gewichtsteile
Kalk	31 „ 48 „	„

Was die Körnung der Gesteine anbelangt, so nimmt das Merkblatt für Oberflächenbehandlungen eine Korngröße von 2 bis 15 mm an, doch ist in der Praxis außerdem auch Grobsplitt bis zu 30 mm Korngröße mit Erfolg für diesen Zweck verwendet worden. Für den Teermakadam dagegen sind vom feinsten Teersand mit 0 bis 2 mm Korngröße, beispielsweise für das Vierschichtenverfahren, folgende Korngrößen im Gebrauch:

untere Schicht T 4	30 bis 50 mm
untere Schicht T 3	15 „ 30 „
untere Schicht T 2	5 „ 15 „
obere Schicht T 1	0 „ 5 „

Wenn auch so die Begriffsbestimmungen für Teer und die Gesteine festgelegt sind, so setzt doch die Ausführung der Arbeiten gerade im Teerstraßenbau eine besondere Sorgfalt voraus, um eine einwandfreie Herstellung und längere Dauer der Decken zu erzielen. Nur dadurch ist der Erfolg gesichert und werden Fehlschläge vermieden.

Berlin Dr.-Ing. G. Klose

Der städtische Straßenbau

Von Magistratsoberbaurat W. Bree, Berlin

Wahl des Bauverfahrens nach Größe, Art, Sicherheit des Verkehrs; Wirtschaftlichkeit und hygienische Forderungen — Unterbau aus Steinschotter, Beton oder alter Pflasterdecke — Fahrbahndecke bei Schwerverkehr: Steinpflaster, Stampf- und Walzasphalt. Holzpflaster und Beton, auch Gußasphalt im Übergang zum Mittelverkehr — Ausführungsart, Vor- und Nachteile sowie Kosten der einzelnen Verfahren.

Eine scharfe Trennung der Straßenbauverfahren, die zum Aufgabenkreis des städtischen Straßenbaues, im Gegensatz zu dem des Provinzial- und Kreisstraßenaues gehören, ist im Grunde nicht möglich. Wirtschaftch ist jede Bauart durch die der Straße zufallende Verehrsgröße bedingt. Diese erreicht auch bei reinen Landraßen in der Nähe von Städten und anderen Verkehrsittelpunkten städtische Werte. Anderseits kommt der ehrzahl der städtischen Wohnstraßen in Siedlungen, der illen- und Parkstraßen in Erholungsgebieten bezüglich er Verkehrsgröße kaum die heutige Bedeutung der Überndstraßen zu. Der städtische Straßenbau hat sich daher it allen Straßenbauverfahren zu befassen. Eingehender ollen hier nur die Bauverfahren betrachtet werden, die ir die Stadt von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Wenn heute trotz der schnellen Entwicklung des raßenverkehrs und trotz der Vernachlässigung er Straßen in den Kriegs- und Nachkriegsjahren die adtverwaltungen nicht vor dem Ruin ihrer Straßenbauirtschaft stehen, so hat dies seinen Grund darin, daß on jeher für den städtischen Straßenbau, im Gegensatz m Landstraßenbau, die Wirtschaftlichkeit nicht allein aßgebend war. Die Forderung nach hygienisch einandfreien, leicht zu reinigenden und dauernd haltbaren raßendecken gab für die Wahl der Befestigungsart den usschlag.

Größeren Einfluß auf die Anspannung der städtischen inanzen übt die Verkehrsstärke aus. Ihr rasches nwachsen bedingt in der Hauptsache die kostspieligen raßenverbreiterungen und Platzumgestaltungen, Straßenrchbrüche und dergleichen mehr.

Wichtig für die Wahl der Befestigung ist die auf der raße vorherrschende Verkehrsart. Nach den Erbnissen der Verkehrszählung von 1924 bis 1925 machte r Fuhrwerksverkehr Deutschlands im Mittel 50 vH der onnenbelastung der Straße aus[1]). Trotzdem der Fuhrerksverkehr der Städte dieses Reichsmittel nicht ereicht, ist doch beachtlich, daß sich eine wesentliche Verngerung der Pferdefuhrwerke seitdem nicht bemerkbar emacht hat. In einzelnen Städten, z. B. auch in Berlin, ar sogar eine Zunahme festzustellen, so daß auch für e Zukunft mit gemischtem Verkehr zu rechnen ist.

Bedingungen für städtische Bauverfahren

Ein gutes, für Stadtstraßen geeignetes Straßenbauverhren muß in erster Linie Verkehrssicherheit währleisten. Die Wirtschaftlichkeit hängt von ner Reihe von Einflüssen ab, die teilweise noch sehr llkürlicher Schätzung unterliegen.

Als Vergleichswert führt man am besten den Jahresfwand ein, der sich aus der Verzinsung der Herstellsten, ihrer Tilgung und den jährlichen Unterhaltssten ergibt. Die Herstellkosten hängen ab von den tlich ganz verschiedenen Gestehungskosten für die 'lasterstoffe, deren Transportkosten und den Löhnen.

Lebensdauer, somit Tilgung der Anlagekosten, d jährliche Unterhaltkosten hängen in erster Linie n der Verkehrsbeanspruchung ab, dann aber auch von r Güte der Ausführung. Für Alt-Berliner Verhältnisse lt nach Löschmann[2]) im Jahre 1914 der Stampfphalt als wirtschaftlichstes Pflaster, mit einem Gesamtiresaufwand von 1,19 ℳ/m², während für bestes schweсhes Großsteinpflaster auf Pack- und Schüttlage der hresaufwand 1,48 ℳ/m² betrug.

Zum einwandfreien Vergleich der Wirtschaftlichkeit ızelner Verfahren muß volkswirtschaftlich auch der hresaufwand des Verkehrsfahrzeuges berücksichtigt werden, um beide Ausgaben zusammen zu einem Kleinstwert zu machen.

Die Frage der Staubfreiheit und der leichten Reinigung ist für alle Befestigungsarten im städtischen Straßenbau genügend geklärt. Die ebenen Decken sind besonders geeignet, Fugenverguß verbessert das Steinpflaster wesentlich.

Der Anspruch auf Geräuschlosigkeit kann auch heute trotz des zur Vorherrschaft gelangten gummibereiften Kraftwagenverkehrs nicht fallen gelassen werden, soweit belebtere Verkehrs- und Wohnstraßen in Frage kommen.

Verkehrserschütterungen lassen sich nicht nur durch Wahl des Bauverfahrens vermeiden, da sie sowohl von der Fahrdammbeschaffenheit, wie von Größe und Geschwindigkeit der ungefederten Massen der Fahrzeuge abhängen. Vergleichende Messungen[3]) ergaben die geringsten Erschütterungen für Betondecken, darauf folgten Stampfasphalt (geringe Erschütterungen mit übergelagerten Schwingungen), Reihen- und Kleinpflaster, schließlich Kopfpflaster.

Weiter wurde festgestellt, daß schon bei Reihenpflaster mittlerer Güte schwere 5 t-Lastkraftwagen mit Vollgummibereifung und 15 km Fahrgeschwindigkeit Wirkungen auf die Gebäude hervorrufen, die die Erdbebenwarten als Maßstab für Erdbeben vereinbart haben.

Wie die unvermeidlichen Verkehrserschütterungen sonst bewährter Pflasterarten durch Wahl geeigneter Bettungen für die Bebauung unschädlich gemacht werden, ist eine Frage von ungemein hoher volkswirtschaftlicher und hygienischer Bedeutung, die noch wissenschaftlich geklärt werden muß.

Alle städtischen Straßen müssen so dauerhaft wie möglich gebaut sein. Trotzdem erfordert der Fortschritt der Technik, der heute schon in der Vermehrung der Untergrundbahnen, in der Neueinrichtung der Selbstanschlußämter für den ständig wachsenden Fernsprechverkehr, in der fortschreitenden Fernversorgung mit Elektrizität und Heizung die Straßen in erheblichem Umfang in Anspruch nimmt, Pflasteraufbrüche in großer Ausdehnung. Bauverfahren, die leichte Wiederherstellung und sofortigen Verkehr nach der Ausführung zulassen, sind hier im unbestrittenen Vorteil vor solchen, die eine längere Erhärtungszeit erfordern.

Verkehrswert der Bauverfahren und Unterbau

Die für städtische Straßen wichtigsten Bauverfahren sind für Schwerverkehr: Groß- und Kleinpflaster-, Stampf- und Walzasphalt, Holzpflaster, Beton;

für Mittelverkehr: Gußasphalt, Riesenschotter, Asphalt- und Teermakadam, Kunststein- und Klinkerpflaster;

für Leichtverkehr: Teppichbeläge, Oberflächenbehandlung bituminöser Art, Betonalverfahren auf Chaussierung.

Selbstverständlich greifen die Verfahren in einander über; hängt doch der Verkehrswert der einzelnen Befestigungen, insbesondere derjenige der Verschleißdecken, sehr stark von der Güte des Unterbaues ab. Anderseits sind die Grenzen für die einzelnen Verkehrsgrößen nicht allgemein normiert.

Die Brennpunkte des Berliner Verkehrs weisen heute schon Belastungen von 30 bis 40 000 t/24 h in einer Richtung auf. Dieser ständig wachsenden Beanspruchung der Straßen muß heute bei Umpflasterungen und Neuanlagen in der Bauart Rechnung getragen werden. Ebenso wie im Eisenbahnwesen die Belastungszunahme des rollenden Gutes zu einer allgemeinen Verstärkung der tragenden Konstruktionen geführt hat, muß auch im Straßenbau

[1]) Vergl. Speck, „Straßenbau" Jg. 17 (1926) S. 555.
[2]) Kommunal- und Staatsbedarf 1927 S. 11.
[3]) Wittig, „Straßenbau" Jg. 18 (1927) S. 277.

der die Verkehrslasten gleichmäßig auf den Untergrund übertragende Unterbau durchweg verstärkt werden.

Diese Verstärkung kann bei den beiden für die schweren Pflasterarbeiten ausschließlich zur Anwendung gelangenden Bettungsarten, der Pack- und Schüttlage, sowie dem Unterbeton durch Vergrößerung der Massen erfolgen, indem man an Stelle der bisher üblichen Bettungshöhe von 15 bis 20 cm, eine solche von 30 cm wählt.

Die sorgfältig ausgeführte Packlage als ein in sich gut versteiftes, unverrückbares, tragfähiges und druckverteilendes Steinschotterbett, das volle Elastizität aufweist, eignet sich besonders als Unterbettung für Groß- und Kleinpflaster, um diese Pflasterdecken geräuschloser zu machen.

Noch widerstandfähiger ist die Betonunterbettung, die in einer Mischung 1 : 8 als Schütt- oder Stampfbeton zur Ausführung gelangt. Höhere Druckfestigkeit als 90 kg/cm² ist für den Unterbau im allgemeinen nicht erforderlich, falls nicht besondere Verhältnisse, wie z. B. bei der Überbrückung frisch verfüllter Rohrgräben, vorliegen. Sonst werden die Aufbrucharbeiten unnötig erschwert.

Die Betonunterbettung ist wirtschaftlich, dauerhaft und bei Verwendung hochwertiger Zemente schnell herzustellen. Sie eignet sich besonders für geräuscharme Deckenbeläge, Holzpflaster, Stampf-, Walz- und Gußasphalt und auch noch für Kleinpflaster.

Groß- und Kleinpflaster

Für die Groß- und Kleinpflastersteine, die sich zur Fahrbahnbefestigung für schwersten Verkehr eignen, kommen als Gesteinsarten in erster Linie Granit, Porphyr, Diabas, Dioritt und beste Grauwacke, sowie für Kunststeine Mansfelder Kupferschlacke, in Frage.

Wichtig für die Dauerhaftigkeit und Güte des Steinpflasters ist die gleiche Höhe und die möglichst gleichmäßige Form der einzelnen Steine, sowie gleiche Härte, Zähigkeit, Spaltbarkeit und allgemeine Widerstandfähigkeit.

Für gutes Großsteinpflaster, z. B. Reihensteinpflaster 2. Klasse, fordert die Stadt Berlin, daß die Kopfflächen regelmäßig, winkelrecht, eben, voll- und scharfkantig bearbeitet sind, ferner muß die zur Kopffläche parallele Fußfläche mindestens vier Fünftel der Kopffläche betragen. Die Verjüngung darf an keiner Seite 1 cm überschreiten, Seiten- und Fußflächen können rauh bleiben. Die Abweichung der Kopffläche von der rechteckigen Form darf in keiner Richtung 0,5 cm überschreiten. Die Steine müssen 14 bis 16 cm oder 17 bis 19 cm hoch, 15 bis 30 cm lang und 12 bis 14 cm oder 16 bis 18 cm breit sein.

Besser als das Diagonalpflaster — schräge Reihen — hat sich das senkrecht zur Straßenachse gesetzte Reihensteinpflaster bewährt. Die einzelnen Steine werden hier auf der vorbereiteten Unterbettung mit möglichst engen, rd. 5 mm breiten Fugen, mit der Hand in ein rd. 10 cm dickes Pflasterkiesbett gesetzt. Dabei werden in den einzelnen Reihen die Stoßfugen gegeneinander versetzt, und das Pflaster wird mindestens zweimal mit der 30 kg-Ramme unter gehöriger Einschlämmung des Deckkieses reihenweise abgerammt. Die Dicke des Pflasterkieses soll nach vollständigem Abrammen nur noch 3 bis 4 cm betragen.

Das Abrammen kann auch maschinell erfolgen. Am besten geeignet hierfür erscheinen die mit Preßluft arbeitenden Pflasterrammen, Abb. 1, deren Fallhöhe und Schlagzahl in der Minute während des Rammens in weiten Grenzen durch einfachen Hebeldruck verstellbar sind. Dadurch verbleibt dem Rammer die beim Abrammen, je nach dem Ziehen der einzelnen Steine, jeweilig notwendige Anpassung. Die Maschine übt dabei nur die rein mechanische Krafterzeugung aus.

Nach vollständigem Abrammen werden die Fugen 5 bis 8 cm tief ausgekratzt und mit heißgemachter Fugenvergußmasse aus möglichst zäher Bitumenmischung ausgefüllt. Anderorts werden die Fugen auch mit Zementmörtel 1 : 1 vergossen. Die Abnutzung der Steinbahnen

Abb. 1
Maschinelles Pflasterrammen.
Druckluftramme der Firma Schütz.

ist dann, insbesondere bei weicheren Gesteinarten gleic[h]mäßiger, die Kanten bleiben scharf.

Trotzdem ist der Zementverguß nicht zu empfehle[n], da erhebliche Nachteile in Kauf genommen werde[n] müssen. Die Decke wird viel geräuschvoller und dröh[nt] unter dem Verkehr, die Aufbrucharbeiten werden schwi[e]riger, auch geht ein erheblicher Teil der Steine dabei fü[r] die Wiederverwendung verloren.

Infolge der gleichmäßigen Abnutzung von Fuge u[nd] Stein neigt eine solche Pflasterfläche unter der Schlei[f]wirkung des Verkehrs zur unerwünschten Glätte.

Glatt werden ferner die meisten Basaltarten, d[ie] außerdem noch unter Einwirkung des Sonnenbrandes zu[m] Springen neigen und deshalb zur Verwendung nicht z[u] empfehlen sind. Auch die in Würfelform gegossene[n] Formsteine aus Mansfelder Kupferschlacke werden glat[t], diese können jedoch wegen ihrer vollkommen gleic[h]mäßigen Form vorteilhaft als Rinnstein- und Randpflaste[r], Radfahrstreifen und anderes gut gebraucht werden, sofer[n] sie im Preise trotz höherer Transportkosten wettbewer[bs]fähig bleiben. Neuerdings werden die Mansfeld[er] Schlackensteine auch mit rauher Oberfläche geliefer[t]. Sollten sie im schweren Verkehr diese Rauhigkeit b[e]halten und doch genügende Zähigkeit aufweisen, so wü[r]den sie auch für die Fahrbahn ein brauchbares Pflast[er] abgeben.

Die Vorzüge des fugenvergossenen Großstein-Reihe[n]pflasters sind:

1. Haltbarkeit im schwersten Verkehr,
2. Verkehrssicherheit,
3. hohe Lebensdauer,
4. rasche Herstellung, leichter Unterhalt ohne Ve[r]kehrsbeschränkung.

Seine Nachteile sind:

1. hohe Anlagekosten,
2. nur bedingte Staubfreiheit und Reinigungsmöglic[h]keit,
3. keine Geräuschlosigkeit,
4. mit fortschreitender Abnutzung steigende Verkeh[rs]erschütterungen,
5. hoher Jahresaufwand für den Kraftfahrzeugv[er]kehr.

Für Berliner Verhältnisse betragen die Herstellung[s]kosten:

	auf 30 cm Beton	auf 30 cm Pack- u. Schüttla[ge]
Bettung	10,70 ℳ/m²	11,— ℳ/m²
Decke	22,50 ℳ/m²	22,50 ℳ/m²
	33,20 ℳ/m²	33,50 ℳ/m²

Die Lebensdauer kann bei den heutigen Verkehrsve[r]hältnissen mit rd. 25 Jahren angenommen werden, d[ie] durchschnittlichen jährlichen Unterhaltungskosten m[it] 0,13 ℳ/m².

Für Kleinpflastersteine eignen sich nur d[ie] zähesten und wetterfestesten Gesteinarten. Die Berlin[er] Bestimmungen lauten: die Steine müssen in Würfelfo[rm]

auf 9 bis 11 cm geschlagen und an der Ober- und den Seitenflächen vollständig eben, gleichmäßig und winkelrecht bearbeitet sein. Die Fußfläche muß parallel der Kopffläche sein. Die Steine müssen das Verpflastern mit Fugen von höchstens 0,5 cm gestatten.

Die Güte der durch Maschinen hergestellten Steine ist geringer als der in Handarbeit geschlagenen. Die Verpflasterung der Steine erfolgt in 4 cm dickem Pflasterkies auf Pack- und Schüttlage oder Beton, möglichst engfugig als Reihenpflaster. Regelloses Mosaikpflaster, das zur Schlaglochbildung neigt, oder Bogenform, die leicht Wellen bildet, sind weniger gut. Gute Fugeneinschlämmung und Abrammung ist Bedingung für Haltbarkeit. Die Fugen werden später ausgekratzt und mit Zementmörtel vergossen. Die Vorteile sind:

1. geringe Anlage- und Unterhaltungskosten,
2. Verkehrssicherheit,
3. wenig Geräusche,
4. rasche Herstellung und Unterhaltung ohne Verkehrshemmung.

Nachteilig ist:

1. begrenzte Haltbarkeit und Lebensdauer im Schwerverkehr,
2. bedingte Staubfreiheit und Reinigung,
3. steigende Verkehrserschütterung,
4. hoher Jahresaufwand für den Kraftfahrzeugverkehr.

Die Herstellkosten betragen:

	auf 30 cm Beton	auf 30 cm Pack- u. Schüttlage mit Zementverguß
Bettung . .	10,70 ℳ/m²	11,— ℳ/m²
Decke	13,20 ℳ/m²	14,— ℳ/m²
	23,90 ℳ/m²	25,— ℳ/m²

Unterhaltungskosten 0,15 ℳ/m², Lebensdauer 15 bis 20 Jahre.

Asphaltbauverfahren

Den Vorrang vor allen Pflasterarten der Straße der Großstadt nahm bisher der Stampfasphalt ein.

Stampfasphalt wird aus Naturgestein, einem asphaltgetränkten Kalkstein, fabrikmäßig zu Asphaltpulver aufbereitet. Asphaltgestein kommt aus Brüchen in Sizilien, der Schweiz, Frankreich und in geringerer Güte aus Deutschland, Vorwohle und Limmer bei Hannover. Das Gestein wird gewaschen, zerkleinert, feingemahlen und das Pulver auf Darren auf 130 bis 150° erhitzt. Während des Darrens wird, falls das Gestein von Natur zu bitumenarm ist, Reinbitumen zugesetzt. Das fertige Asphaltpulver, das je nach Korngröße des Kalksteinmaterials 8 bis 12 vH Bitumengehalt aufweisen muß, wird im heißen Zustand zur Baustelle gebracht, dort auf die im endgültigen Profil liegende gut abgebundene 30 cm dicke Betonunterbettung geschüttet, mit Harken ausgebreitet und vorprofiliert, mit Lehren abgezogen und mit einer Handwalze leicht vorgewalzt. Dann wird die Decke mit heißgemachten eisernen Stampfern mit der Hand festgestampft und mit Bügeleisen gebügelt, um Porenschluß zu erzielen. Um eine bessere Verdichtung der Masse herbeizuführen, die der Verkehr sonst erst endgültig besorgt, wird die Decke zum Teil auch mit schweren Walzen gewalzt.

Wegen der anfänglichen Porosität sind Stampfasphaltausführungen in den Herbst- und Wintermonaten zu vermeiden, da bei fallenden Temperaturen der Stampfasphalt erhärtet, der weiteren Verdichtung widersteht und bei Wasseraufnahme dann zu Frostschäden neigt.

Tonbestandteile, die zur erhöhten Wasseraufnahme und Quellung führen, sind schädlich. Hierauf sind die bisweilen auftretenden mosaikartigen Abbröckelungen im Stampfasphaltbelag in erster Linie zurückzuführen.

Die Wellenbildung, zu der der Stampfasphalt infolge seiner Dehnbarkeit besonders in der wärmeren Jahreszeit unter dem Verkehrsschub neigt, kann erschwert werden durch Wahl eines hohen Bitumenschmelzpunktes, über 38 °C, und entsprechender Durchmischung, ferner durch hohe Feinmahlung einer von Natur aus bereits dichten und feinkörnigen Asphaltkalksteinart.

Anderseits wird hierdurch die Polierfähigkeit des Belages unter dem Verkehr und damit die Verkehrsunsicherheit infolge Glätte und Schlüpfrigkeit erhöht.

Außerdem verursacht die feine Deckhaut, die aus Schleifstaub des Stampfasphaltes und Gummis, aus Ruß- und Rauchniederschlag der Großstadt, aus Öl- und Brennstoffteilchen besteht, bei Erweichen durch Regen- oder Sprengwasser die für den Verkehr so gefürchtete Schlüpfrigkeit. Sie läßt sich erst durch gründliches Abwaschen oder nach längerem Regen wieder entfernen.

Öfteres Abwaschen mit gleichzeitigem Trocknen der Fahrbahn verringert zwar die Verkehrsunsicherheit, kann sie jedoch nie gänzlich beseitigen, außerdem ist dies eine kostspielige und bei großem Verkehr schwer durchführbare Maßnahme. Ein Bekiesen der Flächen hilft nur vorübergehend, vermehrt nach dem Zermalmen den Verkehrsschlick und erzeugt schließlich beim Austrocknen eine gesundheitsschädliche Staubplage.

Die bisherigen Versuche, durch Aufbringen von Schutzbelägen, Raumachen usw. den Stampfasphalt abzustumpfen, waren wirkungslos. Sollte daher die Straßenbautechnik keine geeigneten Mittel und Wege finden, die bei dem zunehmenden Kraftfahrzeugverkehr immer schwerer ins Gewicht fallende Verkehrsunsicherheit des Stampfasphaltes wirksam zu bekämpfen, so wird sein Ersatz durch rauhere Beläge in allen städtischen Straßen mit regerem Verkehr nur eine Frage der Zeit sein.

Die unbestrittenen Vorteile des Stampfasphaltes sind:

1. Eignung für jeden Verkehr,
2. hohe Wirtschaftlichkeit, Lebensdauer und geringer Jahresaufwand,
3. Staubfreiheit,
4. Geräuschlosigkeit,
5. keine Verkehrserschütterungen,
6. keine Verkehrsbeschränkungen bei Ausbesserungen und leichter Unterhalt,
7. geringer Jahresaufwand für die Kraftfahrzeuge.

Sein einziger, aber desto schwerwiegenderer Fehler: Verkehrsunsicherheit infolge Glätte und Schlüpfrigkeit.

Die Herstellkosten betragen:

	auf 30 cm Beton
Bettung	10,70 ℳ/m²
Decke	10,80 ℳ/m²
	21,50 ℳ/m²

Der Unterhalt erfordert im Mittel 0,45 ℳ/m², die Lebensdauer beträgt rd. 20 Jahre.

Die Vorzüge des Stampfasphaltes, die ihn ohne den Fehler der Glätte und Schlüpfrigkeit zum besten Pflaster der städtischen Verkehrsstraße machen würden, gaben Veranlassung, ein Ersatzasphaltpflaster zu suchen, das allen Anforderungen gerecht wird. Ob der Walzasphalt, der im In- und Ausland bereits vielfach verwendet wird, endgültigen Erfolg haben wird, läßt sich heute infolge zu kurzer Erfahrung noch nicht sagen.

Im wirtschaftsstärkeren Ausland, besonders in England und Amerika, liegen bereits längere, größtenteils durchaus günstige Erfahrungen vor. Aber gerade im Straßenbau, bei dem rein örtliche Zustände eine so ausschlaggebende Rolle spielen, lassen sich Auslandsergebnisse infolge der verschiedenen Witterungs- und Verkehrsverhältnisse nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen.

Für städtische Straßen kommen in erster Linie Asphaltbeton und Sandasphalt in Frage. Im Gegensatz zum „offenen“ Steinschlagasphalt, der nicht hohlraumfrei ist und daher zum Verschluß noch eines Asphaltüberzuges bedarf, sind Asphaltbeton und Sandasphalt aus Mineralstoffen verschiedener Körnung nach dem Grundsatz der kleinsten Hohlräume unter Zugabe von mineralischem Füllstoff von Zementfeinmahlung so aufgebaut, daß der Asphalt die einzelnen Mineralteilchen nur in feinster Verteilung und dünnster Schicht verkittet.

Der Name Asphaltbeton ist gewählt, weil wie beim Beton auch hier die Festigkeit von dem richtigen Verhältnis der Korngrößen der einzelnen Mineralien in hohem Maß abhängt. Die Mineralstoffe müssen vor allem zäh, wetterbeständig, möglichst würfelig und kantig, und

Abb. 2
Walzasphaltmaschine der Draiswerke, Mannheim.

vollkommen rein sein. Als Füllstoff werden harte Gesteinmehle, z. B. gemahlener harter unporöser Kalkstein, verwandt. Als Bindemittel nimmt man Naturasphalte, Trinidadasphalt oder künstliche bei der Destillation des mexikanischen Roherdöls anfallende Erdölasphalte, Mexphalte.

Da bei unsern Temperaturschwankungen der Asphalt seine Klebefähigkeit zum Verkitten der Mineralkörner beibehalten muß, soll der Erstarrungspunkt bei —15 °C und der Schmelzpunkt bei 50 °C liegen. Der Flammpunkt muß über 200 °C liegen. Die Asphaltmenge beträgt rd. 8 vH der Mischung.

Auf alten Pflasterdecken wird der Asphaltbeton meistens in zwei Schichten, als Binder- und Deckschicht, in 7 bis 8 cm Gesamtdicke, auf Beton auch in einer Schicht von 4 bis 5 cm Dicke als Asphaltfeinbeton oder Sandasphalt eingebracht.

Die Mineralstoffe werden in der Trockentrommel, Abb. 2, getrocknet, entstaubt, auf 180 ° C erhitzt und erst dann mit dem Füllstoff gemischt. Zuletzt wird dann Asphalt von 170 bis 180 °C zugesetzt und solange gemischt, bis jedes Mineralkorn vom Asphalt vollständig eingehüllt ist.

Am Ort wird die heiße Masse, die nicht unter 125 °C abkühlen darf, gleichmäßig verteilt, mit Harken vorprofiliert und mit 6 bis 8 t schweren Tandemwalzen sofort abgewalzt, bis kein weiteres Zusammenpressen stattfindet. Die Decke ist dann praktisch hohlraumfrei und bedarf keiner weiteren Verdichtung durch den Verkehr. Beim Walzen müssen Wellen vermieden werden. Nach dem letzten Walzgang wird die Decke zum Porenschluß mit feinem Steinmehl oder Zement überstreut und nach Abkühlung dem Verkehr übergeben.

S a n d a s p h a l t wird auf Betonunterbettung in 5 cm Dicke verlegt, Abb. 3. Das Verfahren ist sonst das gleiche.

Walzasphalt ist zwar billiger, technisch dagegen schwieriger herzustellen als Stampfasphalt. Er bedarf sorgfältiger Ausführung, um Fehlschläge wie sie bisher aufgetreten sind, zu vermeiden. Auch die Unterhaltung ist schwerer durchzuführen. Er hat, besonders als Asphaltfeinbeton vor Stampfasphalt den Vorzug, infolge der Verschiedenheit des Gesteins und der Körnung griffig und dadurch verkehrssicher zu sein und voraussichtlich auch zu bleiben. Dieser Vorteil bedingt den Nachteil des größeren Verschleißes. Auch ist noch offen, ob er auf die Dauer schwerstem Verkehr wie der Stampfasphalt gewachsen sein wird. Alle andern guten Eigenschaften hat er mit dem Stampfasphalt gemeinsam. Seine Herstellung kostet:

	auf 30 cm Beton	auf 30 cm Pack- und Schüttlage
Bettung	10,70 ℳ/m²	11 ℳ/m²
Decke	7,50 „	11 „
	18,20 ℳ/m²	22 ℳ/m²

Die Lebensdauer und die Unterhaltkosten werden vorläufig denen des Stampfasphalts gleich zu schätzen sein.

Eine Pflasterart, die den Übergang zwischen schwerer und mittlerer Verkehrsdecke vermittelt, ist der H a r t g u ß - oder S t r e i c h a s p h a l t. Er steht zwischen Stampf- und Walzasphalt, insofern, als Stampfasphaltaufbruch, gemahlen und vermischt mit den Bestandteilen des Walzasphaltes, d. h. mit Kies, Splitt und Grus, sowie weiteren Asphaltbitumen, seine Zusammensetzung bilden. Er ist asphaltreicher, neigt daher im Sommer zum Weichwerden, im Winter zum Rissebilden und besonders in der an und für sich haltbareren feineren Körnung auch zur Glätte. Die gröbere Körnung erzielt größere Rauhigkeit, hat dafür aber geringere Widerstandfähigkeit gegen mechanische Einflüsse.

Der Unterhalt ist denkbar einfach und billig, da sich das Aufbruchmaterial einschmelzen und wieder verwenden läßt.

Zu den gleichen Vorteilen wie beim Walz- und Stampfasphalt, kommen die Nachteile, daß er schwerstem Verkehr nicht gewachsen ist, auch zur Glätte neigt und keine allzu lange Lebensdauer hat. Gußasphalt eignet sich vorzüglich für vorläufiges Ausbessern aller festen Straßendecken, besonders im Winter, da er sich leicht mit der Picke wieder entfernen läßt. Sein Herstellungspreis beträgt bei 0,25 ℳ/m² Unterhaltkosten:

30 cm Betonbettung	10,70 ℳ/m²
Decke 4 cm	6,80 ℳ/m²
	17,50 ℳ/m².

Abb. 3
5 cm dicke Sandasphaltdecke auf Beton.

Gußasphalt ist kein Pflaster für schwerbefahrene Stadtstraßen, wohl aber für die, die im Übergang zwischen schwerem und mittlerem Verkehr liegen. Bei mittlerem Verkehr kann seine Lebensdauer auf 15 Jahre angenommen werden.

Holzpflaster

Ein früher mehrfach verwendetes Pflaster, das den Anforderungen des heutigen Verkehrs nicht gewachsen ist, ist das Holzpflaster. Die Berliner Bedingungen schreiben hierfür 10 oder 13 cm hohe, 15 bis 25 cm lange und 8 cm breite Holzklötze vor. Diese müssen aus gesundem, langsam gewachsenem und vollständig astfreiem Kernholz scharfkantig geschnitten und mit Teeröl getränkt sein.

Für die Klötze wird Hartholz (australische Eukalyptusarten) oder Weichholz (schwedische Kiefer) verwendet. Sie werden auf der mit Zementglattstrich versehenen Betonunterbettung in regelrechtem Reihenverband engfugig versetzt. In die Längsfugen werden 25 mm hohe Holzleisten gelegt, und der freigebliebene Fugenteil mit Zementmörtel in einer Mischung 1 : 2, oder besser noch mit Bitumen ausgegossen. Zur Aufnahme der Temperaturdehnungen dienen seitlich in der Längsrichtung durchgehende Tonfugen. Zum Schluß erhält die Decke noch einen bituminösen Überzug.

Die Holzpflasterdecke ist starken Temperaturdehnungen ausgesetzt und wird infolgedessen sehr bald nach Auslaugung des Tränkmittels wasseraufnahmefähig, so daß bei schwerem Verkehr schnelle Zerstörung eintritt. Sie wird faserig und gehört infolgedessen zu den schlüpfrigsten Pflasterarten. Schlaglöcher, die leicht auftreten, sind schlecht zu beseitigen, da neue Klötze infolge der weitgehenden Abnutzung in der Höhenlage schwer einzupassen sind. Deshalb neigt auch diese Decke sehr zu Verkehrserschütterungen.

Holzpflaster ist für städtische Verkehrsstraßen vollkommen unwirtschaftlich und wird nur dort noch verwendet, wo es seiner Leichtigkeit, vollkommenen Geräuschlosigkeit und Nachgiebigkeit wegen gebraucht wird, z. B. als Fahrbahnbelag eiserner Brücken. Die Herstellungskosten betragen:

13 cm Klötze auf Betonbettung .	10,70 ℳ/m²
Decke	27,80 „
	38,50 ℳ/m²

Betondecken

Diese haben sich für städtische Verkehrsstraßen noch nicht einführen können, da die Fahrbahndecke infolge der unmittelbaren Einwirkungen der mechanischen und dynamischen Beanspruchungen weit höheren Festigkeiten gewachsen sein muß, wie der bei allen Pflasterarten verwendete Unterbeton, der nur die Druckverteilung zu übernehmen hat.

Trotz seiner geringen Festigkeit von 90 kg/m² läßt sich bereits der Unterbeton nur schwer entfernen und führt bei maschinellem Aufbruch mit Luftdruckmeißeln zu starken Belästigungen der Anwohner, besonders wenn aus Verkehrsrücksichten die Nachtzeit zu Hilfe genommen werden muß. Beim Deckenbeton mit viel höherer Druckfestigkeit, wäre das Aufbrechen noch bedeutend schwieriger. Zum Verlegen und Ausbessern von Leitungen, für den Unterhalt der Decke usw. muß aber ein einfacher Aufbruch für alle städtischen Straßen möglich sein.

Auch gibt es keine Betondecke, die nicht unter der Einwirkung des schweren Verkehrs beschädigt würde; ferner ist die Fugenausbildung noch nicht einwandfrei gelöst. Besonders nachteilig für Stadtstraßen sind die dem Verkehr hinderliche langsame Bauausführung infolge langer Abbindezeit, und die geringe Staubfreiheit und Geräuschlosigkeit.

Sollten die Mängel beseitigt werden können, so wäre die Betonstraße auch für städtische Straßen geeignet, da sie, von der gleichfalls zur Glätte neigenden Stahlbetonbauweise abgesehen, durchaus verkehrssicher, eben und

Abb. 4
Walzasphalt aus Feinbeton, 5 cm dick, auf Kopfsteinpflaster.

frei von Wellen und Erschütterungen, bei sehr geringer Abnutzung in Anlage und Unterhalt wirtschaftlich ist und unter allen Deckenarten auch den geringsten Jahresaufwand für die Kraftfahrzeuge erfordern würde. Die Herstellung von Betonstraßen ist bereits an anderer Stelle besprochen worden[6]).

Die Herstellungskosten guter Betonfahrbahnen betragen bei einer Betonunterbettung 1 : 8 und Deckenbeton 1 : 4 oder 1 : 1, insgesamt 30 cm dick, etwa 16 ℳ/m².

Die Lebensdauer ist auf 12 bis 15 Jahre zu schätzen, die jährlichen Unterhaltkosten auf 0,25 ℳ/m².

Bauverfahren für mittleren und leichteren Verkehr

Alle übrigen Straßenbauverfahren sind wegen der zu geringen Widerstandfähigkeit für die Schwerverkehrsstraßen nicht geeignet. Im Gesamtstraßennetz der Stadt werden sie für Straßen mit mittlerem und leichterem Verkehr, in Vorort-, reinen Wohn- und Siedlungsstraßen verwendet. Die einzelnen Bauverfahren sind bereits an andrer Stelle behandelt[6]).

Der Aufgabenkreis ist allerdings verschieden. Während im Landstraßenbau die Zerstörung der wassergebundenen Chaussee durch den Kraftwagenverkehr mittels anderer Befestigungsarten verhindert werden muß, ist in der Stadt außerdem das geräuschvolle Kopfsteinpflaster den veränderten Verkehrsansprüchen anzupassen. Nun gestatten die neuzeitlichen Verfahren der bituminösen Teppichbeläge und einfachen Oberflächenbehandlungen zwar mit geringeren Mitteln die Verbesserung der Chaussierung herbeizuführen, sie versagen jedoch vollkommen auf dem Kopfsteinpflaster. Hier muß, auch wenn es die Verkehrsgröße der Straße nicht erfordern sollte, zu den schweren Befestigungsarten gegriffen werden, will man das alte Pflaster, dessen Wiederverwendung in Form von Packe und Schütte unwirtschaftlich ist, nicht ganz herausreißen. Sehr wirtschaftlich und haltbar, selbst für schweren Verkehr, hat sich hier das Aufbringen einer 5 cm dicken Walzasphalt-Feinbetondecke erwiesen, sofern nur das alte Kopfsteinpflaster eine feste Unterlage bildet und durch maschinelle Abrammung oder vorhergehende Umpflasterung eine einigermaßen gleichmäßige Oberfläche erhalten hat, Abb. 4. Die Herstellkosten dieser Decke betragen 10,50 ℳ/m². Lebensdauer und Unterhaltkosten sind denen der übrigen Walzasphaltstraßen gleich zu schätzen.

Keine der einzelnen Befestigungsarten erfülllt gleichzeitig alle gestellten Anforderungen. Je nachdem aus besonderen Gründen der Wirtschaft oder des Verkehrs auf die eine oder andere Eigenschaft weniger Wert gelegt zu werden braucht, werden die verschiedenen Bauverfahren im städtischen Straßenbau anzuwenden sein. [B 1325]

[6]) Siehe in diesem Heft, Nagel, S. 631.

Die Prüfverfahren für Straßenbaustoffe und ihre Bewertung

Von Prof. Dr.-Ing. E. Neumann, Stuttgart.

Prüfung von natürlichen Gesteinen — Prüfung von Asphalt — Verhältnis von Mineralmasse zum Füller — Prüfverfahren für Verformungsfestigkeit — Beton und Straßenbau.

Die in meinem Vortrag bei der Werkstofftagung in Hamburg am 15. Juni 1926 gegebene Anregung[1]), eine Stelle zu gründen, in der die Verfahren zur Prüfung von Straßenbaustoffen gesichtet und vereinheitlicht und nach Grundsätzen für die Bewertung der Straßenbaustoffe geforscht werden soll, ist sehr schnell verwirklicht worden. Der Deutsche Ausschuß für Prüfung und Normung der Straßenbaustoffe beim Reichsverkehrsministerium hat diese Aufgabe übernommen und ist bereits an ihre Lösung herangetreten. Ein Arbeitsausschuß der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau, „Ausschuß für wissenschaftliche und praktische Straßenbauforschung", in dem die Straßenbaudozenten sämtlicher deutschen Technischen Hochschulen einschließlich Danzig und das staatliche Materialprüfungsamt in Berlin vertreten sind, hat die Arbeiten vorbereitet. Seine Vorschläge unterliegen einer Prüfung und Genehmigung durch den obigen Ausschuß beim Reichsverkehrsministerium, in dem die Vertreter der straßenunterhaltungspflichtigen Verbände und die Straßenbauunternehmungen, einschließlich der Rohstofflieferer vertreten sind. Bisher hat man vorläufige Leitsätze[2]) für die Prüfung der verschiedenen Straßenbaustoffe herausgegeben, da noch sehr eingehende Versuche und Erfahrungen abgewartet werden müssen, bis endgültige Normen aufgestellt werden können. In den folgenden Ausführungen sollen daher die inzwischen aufgetauchten Fragen bezüglich Prüfung und Bewertung der Straßenbaustoffe in ihrer Gesamtheit kritisch behandelt werden, da die Aufführung der bisher aufgestellten vorläufigen Leitsätze nur ein sehr lückenhaftes Bild von der Zahl und der Schwierigkeit der noch zu lösenden Aufgaben geben würde.

Prüfung von natürlichen Gesteinen

Wie bei allen Werkstoffen sind auch bei den Straßenbaustoffen solche Prüfverfahren einzuführen, die sich möglichst einfacher Vorrichtungen bedienen, sehr schnell und wenn möglich auf der Verwendungsstelle vornehmen lassen und nur geringe Kosten verursachen. Solange der Wert der Verfahren noch nicht geklärt ist, werden daneben noch andere vorzusehen sein, die mehr in den Versuchsanstalten angewendet werden. Man kann daher zwischen den unbedingt notwendigen Prüfverfahren, den wünschenswerten und besonders noch nicht allgemein anerkannten Prüfverfahren einzelner Forscher unterscheiden.

Nach den vorläufigen Leitsätzen für „die Prüfung von natürlichen Gesteinen als Straßenbaustoff", ausgearbeitet von Prof. Burchartz, Berlin-Dahlem, soll untersucht werden:

1. Petrographische Beschaffenheit,
2. Gefüge- und Bruchflächenbeschaffenheit,
3. Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad und Undichtigkeitsgrad,
4. Wasseraufnahme,
5. Frostbeständigkeit,
6. Sättigungsbeiwert,
7. Druckfestigkeit,
8. Abnutzbarkeit,
9. Kanten- und Stoßfestigkeit,
10. Zähigkeit,
11. Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmern,
12. Korngröße und -form des Schotters.

Als notwendige Prüfungen werden angesehen 3, 4, 5, 8 und 9, dagegen 7 nur auf besonderen Antrag. Mit den Gesteinteilen, die den Frostversuch durchgemacht haben, sind die Versuche 8 und 9, sowie allenfalls 7 zu wiederholen.

Bei der Prüfung der Gesteine spielt die Herstellung der Versuchskörper eine große Rolle. Die Druckfestigkeit im lufttrockenen, wassergesättigten Zustand und nach der Frostprobe kann nur an würfelförmigen Probekörpern ermittelt werden, die alle aus demselben Gesteinstück geschnitten sind. Ihre Anfertigung ist kostspielig und zeitraubend. Daher versucht man die Druckversuche überhaupt fortzulassen und durch andre Verfahren zu ersetzen. Die Meinungen darüber sind aber geteilt. Der Forschungsausschuß hat die Druckversuche wegen ihres bedingten Wertes und wegen der hohen Kosten der Probenanfertigung nur als wünschenswert bezeichnet, da aus den notwendigen Prüfverfahren auf die wahrscheinliche Druckfestigkeit geschlossen werden kann.

Prof. Dr. Steuer, Darmstadt, hält dagegen den Druckversuch noch immer für das beste Mittel zur Beurteilung der Frische des Gesteines, weil sich darin ausdrückt, ob das Gestein durch frühere Einflüsse wie Druck, Hitze oder Dämpfe beeinträchtigt ist oder nicht. Nach Steuer soll die petrographische Untersuchung zusammen mit dem Druckversuch Rückschlüsse auch auf Dichtheit, Kornverbindung und Frische besonders der Feldspate, und damit auch auf Abnutzung und Zähigkeit gestatten. Die petrographische Untersuchung erfordert die Herstellung von Dünnschliffen und die Mitarbeit des Petrographen[3]). Nach Prof. Steuer gibt die Druckfestigkeit einen allgemeinen Befund über das Gestein, während z. B. nach den „Vorläufigen Leitsätzen" der Druckversuch den Widerstand gegen mechanische und dynamische Beanspruchung ermittelt. Da aber die vom Verkehr ausgeübten Kräfte weit unterhalb der Druckfestigkeit des Gesteins bleiben, so ist der Druckversuch für diese Widerstandsermittlung nicht unbedingt erforderlich. Als Ausweg wird vorgeschlagen, die Druckfestigkeit nur etwa alle zwei Jahre in einer anerkannten Versuchsanstalt nach den vom Ausschuß 1 b des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik festgesetzten Verfahren zu prüfen. Sie wird jedesmal am Gestein neuerschlossener Gesteinbänke durch amtliche Probeentnahme festgestellt und gibt ein Bild für die Frische des Gesteins. Der Zeitabstand von zwei Jahren ist vielleicht kein zuverlässiger Maßstab; denn die Veränderungen im Bruch, im guten wie im schlechten Sinne, werden in erster Linie von seiner geologischen Beschaffenheit und von der Menge der abgebauten Massen abhängen. Die alle zwei Jahre vorzunehmende Prüfung auf Druckfestigkeit wird einschließlich der Probeentnahme auf 400 ℳ geschätzt, ein Betrag, den auch ein kleiner Steinbruch tragen kann. Man sucht zudem die Schneideinrichtungen zum Herrichten der Würfelformen zu verbessern, so daß sich die Kosten hierfür noch wesentlich ermäßigen lassen.

Kleinere Würfel weisen wegen der Endflächenreibung eine höhere Druckfestigkeit als größere auf. Daher ist für die Kantenlänge der Proben bei hartem und mittelhartem Gestein 4 cm, bei weichem 6 bis 10 cm vorgeschrieben. Nach den letzten Versuchen von Prof. Gehler[4]), Dresden, ist zu erwarten, daß jedes Naturgestein bei Druckversuchen eine Grundfestigkeit W_0, einen von der Kantenlänge unabhängigen Festwert in kg/cm², ergibt. Für die Würfelgröße sollen nach den österreichischen Erfahrungen auch der Mineralbestand und das Gefüge des Gesteins maßgebend sein. Aus demselben Grunde bevorzugt Prof. Gaber, Karlsruhe, eine Kantenlänge von mindestens 7 cm, empfiehlt aber möglichst größere Abmessungen, weil sonst besondere Gefügeformen, wie Feldspat- oder Quarzkristalle, z. B. beim Granit die Druckfestigkeit beeinflussen. Die Belastungsgeschwindigkeit bei der Druckprobe ist auf die Größe der

[1]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1496.
[2]) „Straßenbau" Bd. 18 (1927) S. 154 und S. 174.

[3]) Zelter, „Petrographische Untersuchung über die Eignung von Graniten als Straßenbaumaterial" Halle 1927 W. Knapp, bringt wertvolle Beiträge zur Beurteilung der Granite.
[4]) „Bauingenieur" Bd. 9 (1928) S. 24.

ruchlast von Einfluß; denn bei schneller Laststeigerung eigen die Gesteine eine auffallend höhere Druckfestigkeit ls bei langsamer. Das gilt besonders bei spröden und esten Gesteinen. Daher muß noch die Laststeigerung in er Sekunde, bezogen auf 1 cm² gedrückte Fläche, vernbart werden. Das Materialprüfungsamt Stuttgart hält ne sekundliche Laststeigerung um 1 bis 5 kg/cm² für anebracht.

Zylindrische Probekörper, die in England, Nordmerika, Italien und neuerdings auch in Schweden[5]) beutzt werden, sind schneller und billiger durch Ausbohren n wenigen Minuten herzustellen. Allerdings müssen die eiden Druckflächen parallel und eben geschliffen werden. Vird der Durchmesser gleich der Höhe gewählt, so lassen ich die Druckversuche an Zylindern mit denen an Vürfeln vergleichen. Nach Gehler beträgt die Zylinderestigkeit nur etwa 0,9 der Würfelfestigkeit, weil die Endächenreibung bei den Würfeln größer ist.

Unsicherheit besteht auch über das Verfahren beim Prüen der Abnutzbarkeit. Zwei stark von einander abreichende Verfahren, auf der Schleifscheibe nach Bauchinger und Böhme, im Ausland nach Dorry, nd mit dem Sandstrahlgebläse, werden angewendet und edes dieser Verfahren ist noch keineswegs einheitlich urchgebildet.

Bei den Abschleifverfahren ist das Maß der Abnutzung on vielen äußeren Einflüssen abhängig, z. B. von der Beastung des Probekörpers und der Schmirgelbeigabe. Bauchinger hat diese nach eigenen Versuchen so gewählt, aß die Abnutzung unabhängig von der Belastung wird. Prof. Graf[6]) hat diese Einflüsse und außerdem die Wirung der Geschwindigkeit der Schleifscheibe, der Beschaffenheit und Menge des Schleifmittels und die Stellung er zu prüfenden Fläche zur Schleifscheibe an Granit und Muschelkalk untersucht. Seine Ergebnisse, obwohl noch icht eindeutig, weisen auf weitere Versuchsreihen hin, evor das Verfahren in allen seinen Teilen festzulegen st. Wahrscheinlich wird man die Verfahren für Fußwegeläge und für Pflasterdecken, auf denen vornehmlich Gummireifen oder eiserne Reifen fahren, unterschiedlich ehandeln, zum mindesten die Anforderungen den verschieenen Beanspruchungen anpassen müssen.

Prof. Gaber hat eine Schleifstoßmaschine[7]) in Benutzung, bei der gleichzeitig die Abnutzung auf Schleifen und Stoßen untersucht wird. Sie besteht aus einer ebenen ußeisernen Scheibe von 600 mm äußerem Durchmesser; larauf sitzen zwei gleichbreite Halbkreisringe von 150 mm Breite, deren Oberfläche eine Schraubenfläche bildet und am Anfang 30 mm und am Ende 60 mm hoch st. Das niedere Ende des einen Halbringes stößt n das hohe Ende des andern an, so daß der mit 26 kg belastete Versuchskörper aufwärts gleitet und nach eder halben Umdrehung 30 mm herunterfällt. Während les Versuchs tropfen Wasser und Naxosschmirgel Nr. 80 angsam auf die Schleifflächen. Bei 21 Scheibenumdrehunzen in der Minute und 25 min Prüfdauer werden 750 m Schleifweg zurückgelegt. Dieses Verfahren wird z. Zt. noch weiter ausgebaut.

Zur Feststellung der Abnutzbarkeit wird außerdem das Sandstrahlgebläse von Gary benutzt. Das Verfahren ist noch nicht geregelt. Einfluß auf die Abnutzung hat die Größe der bestrichenen Fläche, die Pressung des Dampfes oder der Luft, die Beschaffenheit und Menge des Geläsesandes, die Dauer der Behandlung, der Abstand des Düsenendes von der Probefläche, die Führung der Probe, eststehend oder kreisend. Hierüber liegen gleichfalls Unteruchungen von Professor Graf[8]) vor. Er folgert, daß erst lurch Beobachtungen am Gestein in der Straße Unterlagen gesammelt werden müssen, welche den Vergleich verchiedener Gesteine und ihre Bewertung zulassen. Demnach wird dieses Verfahren vorläufig noch zu den nützichen zu rechnen sein.

Die Prüfung der Kanten- und Stoßfestigkeit ist unter ie notwendigen Prüfungen aufzunehmen, weil die ynamischen Wirkungen des Kraftverkehrs und des Einwalzens beim Bau die Gesteine gerade in dieser Hinsicht stark beanspruchen. Die Prüfung wird in einer drehbaren Trommel mit wellenförmig gestaltetem Mantel vorgenommen. Verfahren und Einrichtung sind vom Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, eingeführt worden und daher nur in Deutschland in Anwendung. Nachprüfungen, die in der Versuchsanstalt für Straßenbau, Stuttgart, an Steinschlag von Gabbro, Basalt und Diabas aus der Versuchstraße in Braunschweig in Verbindung mit Beobachtungen in der Decke unter dem Verkehr vorgenommen worden sind, sprechen für das Verfahren[9]). Das Ausland verwendet ausschließlich die Deval-Trommel[10]).

Grengg[11]), Wien, verwendet eine kleine Trommelmühle, mit einem gleichseitigen Dreieck mit abgerundeten Ecken als Mantelquerschnitt. Hierin wird rd. 2600 bis 2800 g lufttrockener, wassergesättigter und 25mal gefrorener und aufgetauter Schotter in Korngröße 40 bis 50 mm eingebracht. Drei insgesamt 2212 g schwere Stahlkugeln werden beigegeben und dann bei 54 Umgängen in der Minute die Mahlung vorgenommen. Nach jeder Stunde wird der Staub entfernt und durch Zusatz frischer Schotterkörner das Gewicht auf die Höhe des Anfangsmahlgutes gebracht, bis der Verlust in vH der Einwaage in drei aufeinanderfolgenden Stunden etwa gleich bleibt. Je größer der Widerstand gegen Zertrümmerung ist, desto schneller wird der Beharrungszustand erreicht. Die Schaulinien der Abnutzung solcher Gesteine, deren Verhalten im Straßenbau erprobt ist, würden die Grenzen zwischen brauchbarem und weniger brauchbarem Gestein ergeben. Der Vorteil dieses Verfahrens dürfte in der Abhängigkeit der Mahlzeit von der Abnutzung liegen.

Unter den zuvor für notwendig angesehenen Prüfungen wird die auf Zähigkeit mittels des Schlagversuches vermißt. In den „Leitsätzen" wird unter Ziffer 10 angegeben, daß das Verfahren noch nicht vereinheitlicht ist. Dies entspricht nicht der Praxis. Ich habe dem Verfahren von Page, Amerika, das in England, Schweden, Italien und Frankreich angewendet wird, das deutsche von August Föppl, München, eingeführte gegenübergestellt[12]). Dies wird außer in München, in Stuttgart und Nürnberg verwendet. Auch Österreich hat das Föpplsche Prüfverfahren in seine Önignormen aufgenommen. Ein diesem nachgebildetes Verfahren wird auch in der Schweiz benutzt. Mit dem Föpplschen Schlagversuche soll die Widerstandsfähigkeit von Gesteinen gegen Stöße und Schläge festgestellt werden; es steht also in gewisser Beziehung zu dem Trommelverfahren von Grengg. Im wesentlichen besteht das Verfahren darin, daß ein Fallgewicht von 50 kg auf einen Würfel von 3,5 bis 4 cm Kantenlänge aus einer sich mit jedem Schlage steigernden Höhe fällt. Die Summe sämtlicher Schlagarbeiten bis zum Bruch, geteilt durch den Rauminhalt des Würfels in cm³, liefert die Zähigkeitszahl. Der erste Schlag erfolgt aus solcher Höhe, daß die Schlagarbeit 2 cmkg auf 1 cm³ Rauminhalt des Würfels beträgt. Dieses Verfahren ist bei der Prüfung von Gesteinen zu Pflaster angewendet worden. Dr.-Ing. Scheuermann, Wiesbaden, hat es mit Erfolg benutzt, um die Güte von Gesteinen für Kleinpflaster und Straßenbeschotterung festzustellen. Aus der Druckfestigkeit (d), der Abnutzung nach Bauschinger (a) und der Zähigkeit (z), festgestellt nach Föppl, hat er die folgende Wertziffer ermittelt, die mit den praktischen Erfahrungen im Einklang stehen soll:

$$K = 31 \frac{a}{\sqrt{d}\,\sqrt[3]{z}}\,.$$

Als Grenzwerte für die Brauchbarkeit werden gesetzt

$$a = 18\text{ g},\ \ d = 2500\text{ kg/cm}^2,\ \ z = 600\text{ cmkg}.$$

K liegt etwa bei 1. Je kleiner K, desto dauerhafter ist das Gestein unter gleichem Verkehr[13]).

[5]) „Die Tonindustrie" Bd. 51 (1927) S. 1329.
[6]) „Der Straßenbau" Bd. 18 (1927) S. 563.
[7]) „Zentralblatt der Bauverwaltung" Bd. 47 (1927) S. 241.
[8]) „Der Straßenbau" Bd. 18 (1927) S. 565.

[9]) „Verkehrstechnik" Bd. 8 (1927) S. 672.
[10]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1327.
[11]) Grengg, „Über zweckmäßige Prüfungsverfahren von Gesteinen für Straßenbauzwecke". Berlin 1927. Allg. Industrie-Verlag.
[12]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1372 Abb. 6 bis 9.
[13]) „Asphalt- und Teerindustriezeitung" Bd. 27 (1927) S. 1022.

Der Nachteil der Zähigkeitsprüfung beruht nur darin, daß zur Ausführung Gesteinwürfel benutzt werden, deren Anfertigung teuer und zeitraubend ist. Wenn dieser Umstand das Verfahren als n o t w e n d i g e s ausschließt, so sollte es wenigstens unter die n ü t z l i c h e n aufgenommen werden.

Prof. Gaber verwendet ein Pendelschlagwerk mit einem Gewicht von 27 kg. Die Fallhöhe wird mit jedem Schlag um 1 cm erhöht. Er hat dieses Verfahren aber nicht unter die notwendigen aufgenommen, sondern sieht einen gewissen Ersatz dafür in seiner Schleifstoßmaschine und in der Trommelmühle, in der auch Beanspruchungen auf Schlag auftreten. Prof. Gaber hat als n o t w e n d i g e Prüfungen die Feststellung des Raumgewichtes, des Abschleifverlustes, des Schleifstoßverlustes, des Verlustes im Sandstrahl und in der Trommelmühle eingeführt. Aus den Ergebnissen ermittelt er eine Gütezahl, indem er jedem Prüfverfahren eine gewisse Wertigkeit beimißt und die Ergebnisse etwa auf gleiche Zahlengröße bringt und sie dann zusammenzählt. Wie weit seine Bewertung mit den Erfahrungen in der Praxis übereinstimmt, muß noch abgewartet werden, da noch keine für Vergleiche ausreichende Zeit seit der Einführung verflossen ist.

Prüfung von Asphalt

Im Asphalt- und Teerstraßenbau ist der Erfolg nicht immer sichergestellt, selbst wenn die Bindestoffe — Asphalt und Teer — von guter und gleichmäßiger Beschaffenheit sind. Die Ursache ist in solchem Falle im Aufbau des Mineralgerüstes zu suchen. Die Mineralmasse muß bestimmten Bedingungen entsprechen, wenn eine ausreichende Festigkeit der Decke gegen Verkehr und Witterungseinflüsse erreicht werden soll.

Für Asphalt werden folgende Prüfungen als notwendig angesehen.

1. Spez. Gewicht bei 25 °.
2. Erweichungspunkt nach Krämer-Sarnow oder nach der Ring- und Kugelprobe; dieses von Amerika angenommene Verfahren[14]) wird jetzt auch in Deutschland anerkannt und angewendet.
3. Erstarrungspunkt.
4. Tropfpunkt nach Ubbelohde.
5. Eindringungstiefe[15]) (Penetration).
6. Fadenlänge im Tropfpunkt.
7. Zähigkeit (Duktilität), gemessen im Dowschen Zähigkeitsmesser bei 25 °C[16]).
8. Beständigkeitsprüfung, d. h. Feststellung des Verdampfverlustes einer Probe von 25 g bei fünfstündiger Erhitzung auf 163 °C.

Erwünscht sind die folgenden chemischen Untersuchungsverfahren:

9. Bestimmung des Wassergehaltes.
10. Paraffingehalt.
11. Nachweis und Bestimmung von Steinkohlenteer bzw. Pech im Asphalt.
12. Flammpunkt.

Bei diesen Prüfungen soll ein brauchbarer Asphalt etwa folgenden Ansprüchen genügen:

1. Nicht unter 1.
2. Der Erweichungspunkt, der in Beziehungen zur Eindringungstiefe steht, soll so hoch liegen, daß die Decke im Sommer nicht weich wird.
3. Der Erstarrungspunkt soll unter — 10 ° bis — 15 °C liegen, damit der Asphalt bei den üblichen Wintertemperaturen noch genügend weich bleibt.
4. Als Ergänzung zu 2 wird auch der Tropfpunkt festgestellt, der um rd. 18 ° höher liegen und etwa der höchsten Temperatur entsprechen soll, die die Straßendecke im Sommer bei Sonnenbestrahlung annehmen kann.
5. Die Weichheit des Asphaltes wird nach amerikanischem Verfahren an der Tiefe gemessen, bis zu der eine Prüfnadel von bestimmter Form und Belastung innerhalb 5 s bei 25 °C eindringt[15]).
6. Bei der Bildung des Tropfens nach dem Verfahren 4 soll ein Faden entstehen, der mindestens 18 cm Länge haben soll, ehe der Tropfen abreißt. Es gibt Asphalte, d dieser Bedingung nicht entsprechen, z. B. die mit hohe Paraffingehalt. Sie sind nach den heutigen Anscha ungen im Straßenbau unbrauchbar.
7. Die gleiche Feststellung wird durch die Messu der Zähigkeit angestrebt durch Ausziehen eines Fade in einem Wasserbade von 25 °C[16]). Zwischen Ve fahren 6 und 7 besteht insofern ein grundlegender Unte schied, als bei 6 der Faden in einem den Asphalt ken zeichnenden Zustande — dem Tropfpunkt — gemess wird. Die Länge des Fadens wird von der Weichheit u Kohäsion des Asphaltes mit der Temperatur abhänge Das Verfahren 7, für alle Asphalte bei derselben Temper tur angewendet, ist daher nicht eindeutig. Allerdin wird empfohlen, um die Unterschiede in der Weichhe der Asphalte auszuschalten, die Asphalte vorher auf d gleiche Weichheit durch Zusatz von Erweichungsmitte z. B. Ölen zu bringen oder den Verlauf der Änderung der Fadenlänge bei 5 °, 15 ° und 25 °C aufzustellen. D Fadenlänge soll bei 25 °C mindestens 30 cm betragen. I allgemeinen haben die für den Straßenbau zugelassen Asphalte Fadenlängen von 100 cm und mehr.

Die chemische Untersuchung auf Paraffin hat ei besondere Bedeutung, Ziff. 6. Asphalte mit mehr als 2 v Paraffin sollen für den Straßenbau nicht geeignet sei Die Ergebnisse weichen je nach der Prüfart stark vo einander ab. Vermutlich werden bei der Paraffinbestin mung auch noch andere Stoffe mit erfaßt, die an sic günstig auf die Eigenschaften des Asphaltes einwirke Die Beziehungen sind längst noch nicht restlos aufgeklär

Verhältnis von Mineralmasse zum Füller

Immer mehr erkennt man, daß die Beschaffenheit ur Zusammensetzung der Mineralmassen und das Verhältn von Asphalt zum Mineralstoff mindestens ebenso wicht wie die Eigenschaften des Asphaltes selbst sein müsse Die Versuchsanstalt für Straßenbau, Stuttgart, hat im let ten Jahre diese Beziehungen untersucht und gewisse E fahrungen gewonnen.

Die Klebwirkung des Asphaltes hängt ab von de Stärke des Filmes, mit dem er die Mineralmassen übe zieht. Nur sehr feine Filme werden, wie beim Leim, g nügende Klebwirkung aufweisen. Ein Übermaß vo Asphalt muß die Kittwirkung beeinträchtigen. Außerde müssen die Asphaltmischungen möglichst ohne Hohlräum sein, damit keine Feuchtigkeit eindringen kann. Schon da Mineralkorn muß möglichst dicht liegen, damit der d noch vorhandenen Hohlräume ausfüllende Aspha nur sehr geringe Schichtdicke zwischen den M neralteilen hat. Die amerikanischen und englische Straßenbauingenieure haben Vorschriften über di Korngrößenanteile von Asphaltmischungen vorgeschla gen, wobei aber das Wesentliche, möglichste Freihe von Hohlräumen, nicht berücksichtigt ist. Zum erste Male hat P o p e, Straßenbauingenieur in California, diese in Deutschland schon längst erkannten Grundsatz behar delt[17]). Inzwischen hat die Zentrale für Asphalt- un Teerforschung beim technischen Untersuchungsamt de Stadt Berlin Versuche aufgenommen, die den Wert de Fehlens der Hohlräume bewiesen haben. Sie sind dann i der Versuchsanstalt in Stuttgart nachgeprüft und erweiter worden. Die Mittel für diese Versuche sind vom Reichs verkehrsminister zur Verfügung gestellt worden. Die Mi neralmasse wird nach zwei Bestandteilen getrennt werde müssen: erstens nach dem Sand, der die Korngröß $> 0{,}085$ mm (Din 1711 Nr. 70) umfaßt und zweitens nac dem Füller, der so fein gemahlen sein muß, daß die ge samte Menge durch das 10 000-Maschen-Sieb hindurchgeh $< 0{,}05$ mm. Nur bei dieser Beschaffenheit wandert de Füller in die feinen Hohlräume des Sandes hinein un füllt sie aus. Gröbere Bestandteile des Füllers ($> 0{,}05$ mm sind als Bestandteile des Sandes anzusehen und vergrößer den Hohlraum. Maßgebend für die Dichte einer Mi neralmischung ist das Raumgewicht, das eingerüttelt bi zur Gewichtstetigkeit gemessen wird. Welchen Einflu die Mahlfeinheit des Füllers auf das Raumgewicht hat

[14]) Norm der American Society for Testing Materials (A.S.T.M.) D 6 — 20.
[15]) Norm der A.S.T.M. D 5 — 21.
[16]) Norm der A.S.T.M. D 113 — 21.

[17]) 12. Bericht zum 5. Internationalen Straßenbaukongreß in Ma land 1926.

zeigt Zahlentafel 1. Die Zentrale für Asphalt- und Teerforschung hat für ihre Versuche einen Füller verwendet, der restlos durch das 10 000 Maschen-Sieb hindurchgeht. Sie hat daher für Mischungen aus Sand von verschiedener Kornzusammensetzung, die durch Aussieben mit dem Charlottenburger Siebsatz[18]) gewonnen worden sind, mit Füller die hohen Raumgewichte der Spalte 3 erhalten:

Zahlentafel 1

Nr.	Zentrale für Asphalt- und Teerforschung			Versuchsanstalt Stuttgart	
	Mischungen	Spez. Gewicht	Hohlräume vH	Raumgewicht	Hohlräume vH
1	30 Gew.-T. Füller; 70 „ „ K_I Sand	2,012	24	1,682	36
2	30 Gew.-T. Füller; 35 „ „ K_I, 35 „ „ K_{II} Sand	2,104	20	2,012	24,8
3	40 Gew.-T. Füller; 30 „ „ K_I, 30 „ „ K_{II} Sand	2,02	23,7	1,82	30,7
4	22,8 Gew.-T Füller; 12,2 „ „ K_I, 9 „ „ K_{II}, 23,5 „ „ K_{III}, 32,5 „ „ K_{IV} Sand und Kies	2,227	14,5	1,967	20

Die Versuchsanstalt hat für ihre Nachprüfungen anfangs nur einen gröberen Füller erhalten können, der etwa 20 vH Rückstand auf dem 10 000 Maschen-Sieb ergab. Um den Einfluß der gröberen Mahlung festzustellen, ist der Füller im angelieferten Zustand auch verarbeitet worden. Die Raumgewichte sind dementsprechend niedriger, so daß die Hohlräume der Stuttgarter Mineralmischungen größer sind als die der Berliner. Der höhere Hohlraumgehalt muß im wesentlichen auf die gröbere Mahlung des Füllers zurückgeführt werden. Ein gewisser Anteil wird auch der Verschiedenheit der Sande und dem Verfahren, das beim Einrütteln angewendet wurde, zugemessen werden müssen. In Stuttgart ist Neckarsand verwendet worden, der vermutlich zackiger ist, als der in Berlin verwendete märkische Sand. Die Mischung ist in der Versuchsanstalt nicht eingerüttelt, sondern, um eine gleichmäßige Behandlung aller Mischungen zu gewährleisten, mit dem Fallhammer von 18 kg Gewicht bei 25 cm Fallhöhe und mit 25 Schlägen eingeschlagen worden.

Die Zentrale hat aus ihren Versuchen gefolgert, daß das günstigste Verhältnis zwischen Mineralmasse, Sand mit und ohne Kies, und Füller etwa bei 70 zu 30 und 80 zu 20 liegt. Diese Festsetzung gilt aber nur für einen Füller der verwendeten Feinheit und für Sand bestimmter Beschaffenheit. Nachprüfungen an verschiedenen als Füller in Frage kommenden Mehlen, die im Handel erhältlich sind, haben ergeben, daß die geforderte Feinheit nicht immer vorhanden ist. Als Grad der Feinheit wird die folgende Bestimmung vorgeschlagen:

$$\frac{s - r}{r} = \text{Feinheitsgrad},$$

worin s das spezifische Gewicht und r das Raumgewicht des Füllermehles ist. Je feiner das Mehl gemahlen ist, desto geringer ist r und desto größer der Feinheitsgrad.

So hat z. B. das in Berlin als Füller verwendete Mehl einen Feinheitsgrad von 1,25, während das der Versuchsanstalt nur den Feinheitsgrad 0,78 hat. Die Feinheit der Mahlung hat Einfluß auf die Menge des Füllerzusatzes. Bei gröberem Füller muß der Anteil des Füllers an der Mischung bei Sand gleicher Hohlraumgröße erhöht werden. Es lassen sich aber trotzdem nicht die hohen Raumgewichte der Mischungen erreichen wie mit feinem Füller. Daraus muß gefolgert werden, daß für jeden Sand und jede Füllerart andere Hohlraumgrößen sich ergeben, und daß das Mischverhältnis für die dichteste Mischung in jedem Fall ermittelt werden muß. Die von Berlin angegebenen Mischverhältnisse zwischen Sand und Füller bieten keine unbedingte Gewähr für kleinsten Hohlraumanteil.

Der Einfluß der Füllergröße muß sich weiter im Asphaltverbrauch ausdrücken, wenn so viel Asphalt zugesetzt werden soll, daß eine Masse ohne Hohlräume entsteht, Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2

Mischung Nr.	Zentrale für Asphalt- und Teerforschung: Asphaltzusatz[1]) auf 100 g Mineral g	Hohlraumgehalt vH	Druckfestigkeit bei 22,5 °C[2]) kg/cm²	Versuchsanstalt Stuttgart: Asphaltzusatz auf 100 g Mineral g	Hohlraumgehalt vH	Druckfestigkeit bei 22,5 °C[2]) kg/cm²
1	14	1,9	76,2	25	8,6	56,6
2	11	1,7	69,2	11 (13)	9,0 (1,1)	60 (56,3)
3	10,9	0,6	67,2	15,9 (19,9)	9,7 (3,6)	69,0 (52,0)
4	7	4,2	55,2	8 (12)	8,56 (1,3)	62,0 (34,8)

[1]) Mexphalt der Rhenania-Ossag, Düsseldorf.
[2]) Die angegebenen Werte der Druckfestigkeit sind keine Bruchbelastungen, sondern geben die höchste Last an, nach deren Überschreitung ein Fließzustand eingetreten ist.

Es sind die Mischungen der Zentrale angegeben, die die höchste Druckfestigkeit bei 22,5 °C ergeben haben. Die Druckfestigkeit ist an Würfeln von 7,1 cm Kantenlänge und 50 cm² Fläche gemessen worden. Die Mineralstoffe wurden nach Erwärmung auf 180 ° mit ebenso hoch erhitztem Asphalt gründlich gemischt und bei 130 ° mit gleicher Schlagarbeit in die üblichen Formen eingestampft. Der Hohlraumgehalt liegt in diesem Falle nahe an Null. Bei den an Hohlraum reicheren Mineralmassen der Versuchsanstalt ist die höchste Druckfestigkeit bereits erreicht bei Mischungen, die trotz höheren Asphaltzusatzes einen größeren Hohlraumgehalt aufweisen. Zum Vergleich mit den Berliner Ergebnissen sind auch die nahezu hohlraumfreien Mischungen der Versuchsanstalt in Klammern angegeben, deren Druckfestigkeit bereits abgefallen ist, da die Verminderung des Hohlraumes nur durch Vergrößerung des Asphaltzusatzes hat erreicht werden können. Diese letzte Feststellung läßt erkennen, daß die Ausfüllung hohlraumreicher Mineralmassen zum Schutz gegen die Angriffe der Atmosphärilien durch entsprechend größeren Asphaltzusatz die Druckfestigkeit ungünstig beeinflußt. Diese übereinstimmenden Untersuchungen haben ferner ergeben, daß ein Überfluß an Asphalt über die Hohlraumausfüllung hinaus die Druckfestigkeit noch weiter herabsetzt.

Prüfverfahren für Verformungsfestigkeit

Die allgemeine Auffassung ist, daß Druckfestigkeit vielleicht zum Vergleich verschiedener Asphaltbeläge dienen könnte, aber nicht für die Beurteilung des Verhaltens in der Straße, weil Beanspruchungen, wie an das Würfeln in der Straße nicht auftreten. Der Asphaltbelag ist dort in einen Rahmen eingespannt, und der Verkehrsdruck kann bei nicht sachgemäß zusammengesetzten Mischungen höchstens ein seitliches Ausweichen der Belagmasse, z. B. Verschiebungen und Wellenbildung, bewirken. Eine sachgemäße Prüfung der Asphaltmischungen müßte sich also auf die Feststellung der Nachgiebigkeit der Massen erstrecken. Derartige Verformungen der Asphaltmischungen sind auf der Versuchstraße in Arlington[19]) bei Erprobung von 33 verschiedenen Sandasphalt- und Asphaltfeinbetonbelägen beobachtet worden. Um ihre Ursache zu erforschen, ist ein Verfahren zur Ermittlung der „Verformungsfestigkeit" der Sandasphalte von Hubbard und Field und ein anderes für Asphaltfeinbeton von Emmons und Anderton ausgebildet worden, die beide in Stuttgart auf die Mischungen angewendet worden sind.

Zur Feststellung der Verformungsfestigkeit von Sandasphalt wird nach Hubbard und Field aus der heißen Masse ein Zylinder von 5 cm Dmr. gepreßt. Die Masse wird bei 170 bis 200 °C gemischt und in einer Form unter Druck von

[18]) K_I = 0,085 bis 0,22 mm (900 Maschen)
K_{II} = 0,22 „ 0,63 „
K_{III} = 0,63 „ 2 „
K_{IV} = 2 „ 6 „
K_V = 6 „ 15 „ .

[19]) Bureau of Public Roads, Washington.

Abb. 1
Form zum Messen des Verformungswiderstandes von Sandasphalt nach Hubbard und Field.

a Versuchskörper
b Form
c Kolben
d Ring von 4,4 cm l. W.
e Klemmring

Abb. 2
Form zum Messen des Verformungswiderstandes von Asphaltbeton und Sandasphalt nach Emmons und Anderton.

4270 kg (218 kg/cm²)[20]) verdichtet und heiß auf 5 cm Höhe abgeschnitten. Nach Abkühlung und kurzer Lagerzeit wird der Probekörper auf die Temperatur gebracht, die etwa der höchsten entspricht, die die Asphaltdecke im Sommer annimmt, für Deutschland 50 °C. Dann kommt der Probekörper in einen zylindrischen Hohlraum, Abb. 1, der um etwa 0,5 mm weiter ist, so daß der Probekörper ohne Zwang in den Zylinder eingeführt werden kann. Die Form ist am Boden durch einen Ring von 4,4 cm l. W. abgeschlossen. Auf den Probekörper wird nunmehr ein Stahlkern gesetzt und in einer hydraulischen Presse der Asphaltkörper durch das Loch, das schmäler als der Versuchskörper ist, gepreßt. Gemessen wird die höchste Druckbelastung, die beim Durchpressen der Sandasphaltmischung durch die Öffnung entsteht. Unter dem Pressendruck verformt sich der Körper, bis nach Erreichen einer Höchstbelastung ein Fließzustand eintritt, weil die Bindekraft des Asphaltes an den Mineralkörnern überwunden ist.

Für Asphaltbeton ist diese Art der Prüfung auf Verformung nicht möglich. Wegen der gröberen Mineralbestandteile wird hier eine Vorrichtung nach Emmons und Anderton verwendet, bei der ein aus Asphaltbeton hergestellter Ziegel (200 × 150 × 70 mm) in eine Form gesetzt wird, die am Boden und zwei Seiten Öffnungen hat, s. Abb. 2. Auch dieser Versuchskörper wird bei einer ähnlichen Temperatur in einer Presse unter Druck gesetzt und der Ziegel durch die Öffnungen der Form gepreßt. Der Druck steigt bis zu einem Höchstwert. Dann gerät der Asphaltkörper in einen Fließzustand.

Die Mischungen 2 und 3, Zahlentafel 1, wurden nach dem Verfahren Abb. 1, die Mischung 4 wurde in der Form nach Abb. 2 geprüft. Abb. 3 bis 5 zeigen für verschiedene Asphaltzusätze den Hohlraumgehalt und die Druckfestigkeit für 22 ° und 50 °C. Der Versuch 2 zeigt einen klaren Zusammenhang. Die höchsten Werte der Druckfestigkeit bei 22 °C und 50 °C fallen etwa zusammen bei einer nahezu hohlraumfreien Mischung, und bei dieser Mischung liegt auch etwa die höchste Verformungsfestigkeit. Wie aus andern theoretischen Überlegungen gefolgert werden kann, ist diese Mischung zweckmäßig zusammengesetzt. Für sie ist eigentlich die Feststellung der Verformungsfestigkeit überflüssig; denn sie läuft verhältnisgleich mit der Druckfestigkeit.

Ein anderes Bild zeigt Abb. 4, Versuch 3. Bei dieser Mischung mit großem Hohlraumgehalt, hervorgerufen durch den hohen Fülleranteil, wird hohe Festigkeit erst bei starkem Asphaltzusatz erreicht. Der hohe Füllergehalt hat die eigentümliche Wirkung, daß die höchste Festigkeit bei 50 ° erst erreicht wird, wenn der höchste Verformungswiderstand bereits längst überschritten ist. Aus diesem Ergebnis und den praktischen Erfahrungen heraus wird man annehmen müssen, daß eine solche Asphaltmischung zum Schieben und zur Wellenbildung neigen wird, wofür der geringe Verformungswiderstand den Nachweis ergibt.

In Abb. 5, Versuch 4, der Asphaltfeinbetonmischung stehen die höchste Druckfestigkeit bei 50 ° und 22 °C und die höchste Verformungsfestigkeit in klarer Beziehung. Alle drei erreichen bei demselben Asphaltzusatz, 8 Gew.-T., die höchsten Werte. Auch bei dieser Mischung 4 wäre, wie

[20]) 3000 amerikanische Pfund auf ein Quadratzoll.

Abb. 3 bis 5
Druckfestigkeit, Verformungswiderstand und Hohlraum in Abhängigkeit vom Bitumenzusatz zur Mineralmasse.

Die Werte der Versuche 2 bis 4 aus Zahlentafel 1 sind durch Kreise angegeben.

Zu Versuch 2: 30 Gew.-T. Füller; 35 Gew.-T. Sand K_I; 35 Gew.-T. Sand K_{II}.
„ „ 3: 40 Gew.-T. Füller; 30 Gew.-T. Sand K_I; 30 Gew.-T. Sand K_{II}.
„ „ 4: 22,8 Gew.-T. Füller; 12,2 Gew.-T. Sand K_I; 9 Gew.-T. Sand K_{II}; 23,5 Gew.-T. Sand K_{III}; 32,5 Gew.-T. Sand K_{III}.

Druck bei + 20 °C / „ „ + 50 °C — in kg/cm² links erste Reihe
Hohlraum in vH rechte Reihe
Verformungswiderstand bei + 50 °C in kg links zweite Reihe.

Zahlentafel 3*)
Albamasse — Sandasphalt

r.	Asphaltgehalt	Hohlraumgehalt	Druckfestigkeit					Verformungswiderstand nach Hubbard bei 50 °C	Abnutzung im Sandstrahlgebläse
			nach 18tägiger Wasserlagerung	nach 4maligem Gefrieren und Wiederauftauen	bei 0 °C	bei 18 °C	bei 50 °C		
	vH	vH	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg	cm³/cm²
1	6	15	18,3	24,7	85,0	41,8	12,9	1600	1,259
2	7	15	24,5	24,9	76,5	45,3	14,7	1900	1,359
3	8	7	63,0	62,0	140	66,3	18,4	1700	0,524
4	9	0	73,4	74,1	141	73,4	12,7	1700	0,3443

*) Einige Ergebnisse aus einer großen Zahl von Versuchsreihen.

i der Mischung 2, die Nachprüfung auf Verformungsstigkeit nicht erforderlich gewesen. Aus den Versuchen r Zentrale für Asphalt- und Teerforschung, Berlin, Zahtafel 1 bis 4, sowie aus solchen an eingelieferten Proben i der Versuchsanstalt, Stuttgart, möchte ich folgende verchsmäßige Bewertung von Sandasphalt- und Asphaltfeinonmischung vorschlagen:

üfungsverfahren: a) notwendig — erforderliche Festigkeit

Sandasphalt

1. Druckfestigkeit bei 22 °C — mehr als 40 kg/cm²
2. „ „ 50 °C — „ „ 10 „

Asphaltfeinbeton

1. Druckfestigkeit bei 22 °C — mehr als 30 kg/cm²
2. „ „ 50 °C — „ „ 15 „

Prüfungsverfahren: b) erwünscht.

Verformungsfestigkeit bei 50 °, um Überschuß an Asalt bei füllerreichen Massen festzustellen, der sich bei n andern beiden Prüfungsverfahren nicht so schnell zu kennen gibt.

Diese Prüfungen lassen sich sehr schnell durchführen, lem fortlaufend aus dem aus den Mischmaschinen fallenn Mischgut Proben entnommen und in Würfelformen ngeschlagen werden, die sofort nach dem Erkalten geüft werden können.

Aus den Unterschieden zwischen den Berliner und uttgarter Mischungen erhellt der hohe Einfluß des Fülrs. Untersuchungen, die im Auftrage einer Unternehing in Stuttgart-Cannstatt gleichzeitig mit den zuvor genntn vorgenommen sind, haben gezeigt, daß eine innige ziehung zwischen Asphalt als Bindemittel und dem Fül- besteht, und daß ihrem Verhalten nach beide zusammenhören und den gröberen Mineralstoffen gegenüberstehen. uf das richtige Mischverhältnis beider ist in allererster nie Wert zu legen, außerdem muß der Füller möghst fein gemahlen sein. Für die Mischung Asphalt und iller ist der Ausdruck „Schmelze" gewählt worden. Diese hmelzen zeigen kennzeichnende Eigenschaften, die gessen werden durch die Erhöhung des Erweichungsnkts nach Krämer-Sarnow und Tropfpunkttemperaturen ch Ubbelohde gegenüber denjenigen der Asphalte allein, daß daraus sogar Unterscheidungsmerkmale für die einlnen Asphalte und auch für Straßenteere gewonnen wern. Diese Erkenntnisse werden demnächst in einer benderen Veröffentlichung der Versuchsanstalt für Straßenu, Stuttgart, bekanntgegeben werden.

Nach diesen Gesichtspunkten hergestellte Sandasphaltd Asphaltfeinbetonkörper haben bei sehr geringem Asaltgehalt eine gute Hohlraumausfüllung und außerdem hr günstige Festigkeitseigenschaften auf Druck bei 0 °C, 18 und + 50 °C, bei der Verformung und auch im Sandrahlgebläse aufgewiesen, Zahlentafel 3. Als Sand ist Normensand verwendet worden, der künstlich in der Versuchsanstalt nach bestimmten Korngrößen zusammengesetzt und für alle Prüfungen angewendet worden ist. Sein Raumgewicht beträgt 1,8.

Der für die Albamasse verwendete Füller hat einen Feinheitsgrad

fest eingerüttelt 1,112
eingestampft . . . . . . 1,455.

Beachtenswert ist der Abfall der Druckfestigkeit nach 18tägiger Wasserlagerung und nach viermaligem Gefrieren und Wiederauftauen bei den hohlraumreichen Mischungen mit 6 und 7 vH Asphaltgehalt, ein Beweis für den ungünstigen Einfluß der Atmosphärilien auf die hohlraumreichen Mischungen. Die hohlraumarmen Mischungen werden durch Wasserlagerung und Frost nicht beeinflußt.

Eine andere Untersuchung bot Gelegenheit, den Einfluß der verschiedenen Feinheitsgrade der Füllermehle auf die Standfestigkeit und Temperaturbeständigkeit von Asphaltmischungen festzustellen. Es sind drei Quarzmehle des Quarzmahlwerks Frechen verwendet worden, mit den Feinheitsgraden:

Mehl 1 0,464
„ 2 0,600
„ 3 0,678

Als Asphalt ist Mexphalt *E* verwendet worden.

Bemerkenswert ist, daß nach Zahlentafel 4 bei dem Mehl 3 größter Feinheit mit dem sehr geringen Asphaltgehalt von nur 7 vH die besten Eigenschaften erzielt worden sind. Denn die Druckfestigkeiten bei 20 und 50 ° sind am höchsten. Bisher haben die im Straßenbau ausgeführten Sandasphalte einen Asphaltgehalt von mindestens 10 bis 12 vH erfordert. Wenn die Druckfestigkeiten bei — 10 °C und + 0 °C geringer sind als bei den andern Mischungen, so ist das nur als ein Vorteil anzusehen, als ein Beweis dafür, daß die Mischung nicht spröde geworden ist. Die Abnutzung im Sandstrahlgebläse ist selbstverständlich bei den asphaltarmen Mischungen höher als bei den asphaltreicheren. Das zeigt sich bei allen Mischungen (Zahlentafel 3 und 4) im gleichen Maße. Die Albamasse mit dem am feinsten gemahlenen Füller zeigt die geringste Abnutzung im Sandstrahlgebläse. Wird ein starker Angriff auf Verschleiß für die Straßendecke angenommen, so würde es sich empfehlen, den Anteil an Asphalt zu erhöhen. Auf jeden Fall haben die vorliegenden Versuche die Beziehungen zwischen dem Asphaltgehalt und der Mahlfeinheit des Füllers zu den Eigenschaften der Kunstasphaltbeläge klargestellt nach der Richtung, daß der Füller mit größter Mahlfeinheit unter Herabsetzung des Asphaltgehaltes für alle Temperaturen Mischungen größter Standfestigkeit liefert. Die Nachprüfungen an diesen Mischungen lassen erkennen, daß die oberen Grenzen für die Bewertung von Sandasphalten und Asphalt-

Zahlentafel 4*)

	Asphaltgehalt	Hohlraumgehalt	Druckfestigkeit				Verformungswiderstand	Abnutzung im Sandstrahlgebläse
			bei −10 °C	bei ±0 °C	bei +20 °C	bei +50 °C		
	vH	vH	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg	cm³/cm²
arzmehl 1	7	15	170	92	61	19,9	1460	1,739
„ 2	7	9,7	218	161	70,7	26,1	2730	1,076
„ 3	7	9,4	263	128	80,7	33,1	3613	0,975

*) Einige Ergebnisse aus einer großen Zahl von Versuchsreihen.

feinbeton das Richtige treffen und in einiger Zeit, wenn ausreichendes Material aus der Praxis vorliegt, vielleicht noch höher gesetzt werden können.

Prüfung von Teer und Teerdecken

Für die Prüfung und Bewertung der Teere und Teerdecken sind noch keine neueren Verfahren eingeführt worden[21]). Die Erfahrungen der letzten Jahre im Teerstraßenbau haben dazu geführt, besondere Straßenteere herzustellen, die den Anforderungen des Straßenbaues besonders angepaßt sein sollen. Die Verkaufsvereinigung für Teererzeugnisse hat im Jahr 1927 einen „Wetterteer" herausgebracht, der, gemessen an seinem knetbaren Zustand, Asphaltcharakter zeigt.

Die mit Teer hergestellten Decken bestehen aus Korngemischen, bei denen auf Hohlraumfreiheit im Innern kein Wert gelegt wird. Nur die obere Abnutzungsschicht wird geschlossen. Da sie nur sehr schwach ist, muß sie oft erneuert werden, was zumeist durch Oberflächenteerung mit Absplittung erfolgt. Die Beobachtungen an den Kunstasphaltbelägen lassen aber annehmen, daß auch im Teerstraßenbau mehr Beachtung der Zusammensetzung der Mineralstoffe geschenkt werden sollte[22]).

Untersuchungen in der Versuchsanstalt, Stuttgart, mit Gemischen aus Füller und Straßenteeren haben ergeben, daß Teer sich genau so verhält, wie Asphalt, so daß anzunehmen ist, daß bei richtiger Auswahl der Mineralstoffe und dem richtigen Füllerzusatz Teerdecken nach denselben Grundsätzen wie Asphaltdecken hergestellt werden können.

Beton im Straßenbau

Die „vorläufigen Leitsätze für die Prüfung des Betons bei Ausführung von Betonstraßen" gehen von denselben Verfahren aus, die sonst im Betonbau eingeführt sind. Zur Feststellung der Festigkeit des bei dem Straßenbau verwendeten Betons wird gefordert, daß Probewürfel mit 20 cm Kantenlänge aus Betonmasse gleicher Art, gleicher Aufbereitung und gleichen Wassergehaltes wie im Bauwerk und außerdem Würfel mit 20 cm Kantenlänge aus erdfeuchter Betonmasse angefertigt werden. Ihre Druckfestigkeit soll nach 28 Tagen bei Handelszement und nach 7 Tagen bei Verwendung von hochwertigem Zement gemäß den Bestimmungen DIN 1048 festgestellt werden. Außerdem sollen 3 Balken mit 15 cm Breite, 15 cm Höhe und 70 cm Länge aus der Betonmasse des Bauwerkes in Holzformen hergestellt werden, die im Alter von 28 Tagen auf Biegung bei 60 cm Stützweite durch Belastung mit einer Einzellast in Balkenmitte zu prüfen sind. Die Biegezugfestigkeit wird nach der Formel

$$B_{28} = \frac{3\,P\,l}{2\,b\,h^2}$$

ermittelt. Die Beschaffenheit der frischen Betonmasse i[st] durch die Setzprobe mit dem Blechtrichter und die Au[s]breiteprobe mit dem Rütteltisch festzustellen[23]). Um di[e] Eigenschaften des in der Decke eingebauten Betons richti[g] beurteilen zu können, soll am Rande, durch einen Pap[p]streifen getrennt, ein Betonstück in der Art der eigen[t]lichen Straßendecke in 60 cm Länge, 30 cm Breite un[d] Dicke der Decke eingebaut werden. Aus diesem Stüc[k] sind später Würfel von 7 cm Kantenlänge zu schneide[n] und auf Wasseraufnahme, auf Abnutzbarkeit durc[h] Schleifen der Oberfläche und im Sandstrahlgebläse, sowi[e] auf Schlagfestigkeit zu prüfen. Die Schlagfestigkeit kan[n] nicht nach dem Föpplschen Verfahren ermittelt werde[n,] weil seine Wirkung für Beton zu kräftig ist. Ein ge[]eignetes Verfahren ist noch auszubilden. Ob der Schla[g]versuch an kleinen 7 cm-Würfeln am Platze ist, wird be[]zweifelt.

Bei der Ausführung der Betonstraße wird der größ[te] Wert auf eine völlig ebene Oberfläche gelegt. Der Ve[r]kehr kann und darf auch keine Stöße hervorrufen; den[n] die Betonplatte ist ihnen nur innerhalb geringer Grenze[n] gewachsen. Die sehr zahlreichen amerikanischen Ve[r]suche auf Widerstand gegen Stöße sind an größeren Pla[t]ten und nicht an kleinen Probewürfeln vorgenomme[n] worden, um daraus Unterlagen für die Stärke der Decke und ihre etwaige Bewehrung mit Eiseneinlagen zu gewi[n]nen. In den Decken werden unter dem Einfluß solcher Stöß[e] Biegungsspannungen hervorgerufen, die am Rande un[d] an den Plattenecken hohe Werte annehmen können. Stöß[e] auf Betonstraßen rufen daher innere Kräfte hervor, di[e] bei Überschreitung der Betonfestigkeit Risse erzeuge[n.] Es werden aber auf der Betondecke keine Beanspruchu[n]gen entstehen, die mit dem Schlagversuch an 7 cm-Würfel[n] erzeugt werden. Die Einführung dieses Verfahrens be[i] Beton scheint daher weniger begründet, und es sollte nich[t] zu den notwendigen, sondern allenfalls zu den wünschens[]werten genommen werden.

Außer den hier genannten Straßenbaustoffen sind i[n] den letzten Jahren eine große Anzahl künstlicher Straße[n]beläge, wie Schlackensteine, Klinker und keramische Pla[t]ten, getränkte Kalksandsteine, Betonplatten und ähnlich[e] angeboten worden. Soweit diese Erzeugnisse überhau[pt] Aussicht haben, im Straßenbau eingeführt zu werde[n,] dürften die für die Hauptbaustoffe — natürliches Gestei[n,] Asphalt, Teer und Beton — eingeführten Prüfverfahre[n] sinngemäß anzuwenden sein.

Die Prüfverfahren für die einzelnen Straßenbaustoff[e] sind im allgemeinen festgelegt, aber die Bewertungsma[ß]stäbe fehlen zumeist noch gänzlich. Bei den Gesteinen sin[d] Ansätze von Dr. Scheuermann und Prof. Gaber gemach[t.] Beim Beton werden vorerst die sonst im Bauwesen vo[r]geschriebenen Druck- und Biegungsfestigkeiten verlang[t] werden müssen, im Teerstraßenbau fehlen noch alle Maß[]stäbe, lediglich für den Asphaltstraßenbau sind Bewer[]tungsgrundlagen geschaffen. [B 1321]

[21]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1495 und Merkblatt für Oberflächenteerungen, herausgegeben vom Teerausschuß der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau.

[22]) Bei Drucklegung dieses Aufsatzes die Dissertation der Technischen Hochschule Karlsruhe erschienen: „Untersuchungen über die Wirkungsweise des Steinkohlenteeres als bituminöses Bindemittel bei Teermineraldecken von Dr.-Ing. Hotz, Karlsruhe 1928, Friedrich Gutsch, die Beiträge zu dieser Frage liefert.

[23]) Graf, Z. Bd. 70 (1926) S. 411.

Statistik des deutschen Landstraßenbaues in den Jahren 1925 bis 1927

Um eine Übersicht zu schaffen, welche Straßenbauten im Deutschen Reich bereits ausgeführt sind, hat die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen in ihrem neuen Jahrbuch[1]) erstmalig in enger Zusammenarbeit mit der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau eine Zusammenstellung der Bauausführungen von 1926 und 1927 herausgebracht.

Vorweg sind einige bemerkenswerte Neubauten: die Versuchstraße Braunschweig, die Avus (Automobil-Verkehrs- und Übungsstraße) bei Berlin, der Nürburgring bei Adenau in der Eifel ausführlicher erwähnt und die i[n] Deutschland befindlichen Versuchstrecken aufgezählt.

Die Zusammenstellung unterscheidet Neu- und Um[]bauten und gibt die Bauzeit, die Verkehrsbelastung und di[e] Zahl der Fahrzeuge an. Die Bauausführung ist durch di[e] Länge, die Breite und Art der einzelnen Fahrbahnen, di[e] größte Steigung, die gesamte überwundene Höhe, die größte[n] und kleinsten Halbmesser und die Bodenbewegung gekenn[]zeichnet. Von der Fahrbahndecke werden die Ausführungs[]art und der Baustoffverbrauch mitgeteilt.

Diese Aufstellung, die rd. 600 Straßenbauten umfaß[t,] gibt einen wertvollen Überblick über die Arbeiten a[m] deutschen Straßennetz und wird durch regelmäßig erschei[]nende Jahresberichte weiter ergänzt werden. [N 1588]

Berlin Luchsinger

[1]) Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1927, Berlin 1928, VDI-Verlag, S. 93.

Der Straßenbau in Holland

Von Ir. R. Loman, Den Haag (Holland)

Zunahme des Kraftwagenverkehrs — Zustand der Hauptverbindungsstraßen — Straßensteuergesetz und bisheriger Ertrag — Ausbauplan der Reichs- und Provinzstraßen — Kraftfahrzeuggesetz und Höchstgeschwindigkeiten — Wichtigste Straßenzüge für den Ausbau — Verwendete Deckenbefestigungen.

Reichsstraßenprogramm und Finanzierung

Die Verkehrszunahme der letzten Jahre in Holland zeigen die Ergebnisse der Verkehrszählungen aus den Jahren 1908, 1916, 1923 und 1926, Zahlentafel 1. 1926 ist außer auf den staatlichen Straßen auch auf zahlreichen Provinzialstraßen gezählt worden. Die Zählungen fanden 1908 von 6 h bis 18 h, 1916 und 1923 von 8 h bis 18 h und 1926 von 6 h bis 20 h statt. Zum Vergleich mit den Zählungen von 1916 und 1923 ist die Zählung von 1926 außerdem noch für die Zeit von 8 h bis 18 h umgerechnet worden. Die jährliche Zunahme muß danach von 1916 bis 1923 im Mittel rd. 24,5 vH, von 1923 bis 1926 im Mittel rd. 36,5 vH betragen haben.

Seit seiner Gründung 1813 hat Holland ein Reichsstraßennetz, das jetzt vom „Departement van Waterstaat" verwaltet wird. Außer den Reichsstraßen, rd. 2200 km, die bei weitem die meisten Hauptverbindungswege umfassen, gibt es ein Straßennetz von rd. 23 000 km, das die Behörden der Provinzen, Gemeinden und besonders der Wasserschaften verwalten. Einige dieser Straßen könnten zweckmäßiger zum Reichsnetz gehören, während etwa 300 km der heutigen Reichsstraßen als Hauptverbindungswege keine Bedeutung haben. Es ist begreiflich, daß eine gründliche Umgestaltung dieses ganzen historisch gewachsenen, lückenhaften und baulich meistens unzulänglichen Straßennetzes mit Rücksicht auf den zunehmenden Kraftwagenverkehr dringend geboten war.

Das neue Straßensteuergesetz, das seit dem 1. Mai 1927 in Kraft ist, umfaßt deshalb außer den Bestimmungen über die Steuererhebung und -verwendung den Entwurf eines neuen Reichsstraßennetzes und elf entsprechende Entwürfe für die Provinzen. Anfang dieses Jahres sind die Entwürfe für zehn Provinzen nach der Genehmigung durch die Königin in Kraft getreten.

Der Entwurf des Reichsstraßennetzes sieht außer den vorhandenen 1900 km Hauptverkehrsstraßen noch 1050 km weitere Straßen vor, die zum Teil gänzlich neu gebaut, zum Teil als Provinzial- und andere Straßen umgebaut und erweitert werden.

Die Verwaltungsfrage ist vorläufig noch nicht entschieden. Jedoch wird die Straßensteuer zum Ausbau des Reichsnetzes und der Provinzialnetze bis 1931 im Verhältnis von rd. 70 vH auf 30 vH, 1931 bis 1935 von rd. 65 vH auf 35 vH und nach 1935 von rd. 60 vH auf 40 vH geteilt.

Die Provinzialnetze umfassen insgesamt etwa 4000 km. Diese Ausbaustrecke ist auf die elf Provinzen nach folgendem Schlüssel verteilt worden: $\text{Oberfläche}^2 \times \text{Einwohnerzahl} \times \text{Gesamtlänge}^2$ der befestigten Straßen der betreffenden Provinz, Zahlentafel 2. Die neuen Straßen der Provinzialnetze müssen bestimmten Mindestbedingungen genügen.

Aus der Fahrradsteuer, die 2,5 hfl[1]) je Rad beträgt, wird jedes Jahr ein steigender Anteil in den Straßenfonds, der für den Ausbau der Straßen verwendet wird, eingezahlt. Bei nahezu 2,5 Mill. Räder, einem Drittel der Gesamtbevölkerung, ergeben sich 6,25 Mill. hfl. jährlich. Deshalb sind für die Radfahrer, deren Belange bis

[1]) 1 hfl = 1,68 ℳ.

Zahlentafel 1
Kraftfahrzeug-Verkehr auf den staatlichen Straßen in Holland

Provinzen	Zahl der Straßen	Zahl der Kraftfahrzeuge im Tagesmittel					Im Verhältnis zu 1923 vH		
		1908	1916	1923	1926	1926			
		6 bis 18^h	8 bis 18^h	8 bis 18^h	8 bis 18^h	6 bis 20^h	1916	1923	1926
Südholland	10	10,3	55,1	214,1	579,0	725,9	25,7	100	370
Nordholland	8	11,5	46,0	187,5	544,6	680,5	24,5	100	290
Utrecht	6	15,3	50,3	222,0	525,5	643,0	22,7	100	236
Gelderland	13	9,1	23,7	97,4	194,0	287,0	24,4	100	199
Groningen	3	1,67	10,7	71,7	206,7	258,0	14,9	100	288
Nordbrabant	10	2,3	13,0	72,1	147,5	186,9	18,0	100	205
Limburg	10	5,1	7,6	61,7	142,1	178,6	12,5	100	230
Friesland	4	0,75	8,25	54,5	145,8	177,7	15,1	100	267
Zeeland	4	1,0	5,25	51,8	118,0	148,8	10,1	100	228
Overijssel	13	2,3	8,1	55,6	106,0	134,0	14,6	100	191
Drenthe	3	1,0	5,33	33,0	102,7	130,7	16,2	100	311
Insgesamt	84	6,2	23,1	107,6	263,0	335,0	21,5	100	244

Zahlentafel 2
Anteil der einzelnen Provinzen am Netzausbau

Provinzen	Oberfläche km²	Einwohnerzahl im Januar 1927 in Tausenden	Länge der befestigten Straßen km	Ausbauanteil in vH	Ausbauanteil km	Länge des künftigen Reichsstraßennetzes km	Für die Provinzialpläne übrig bleibende Länge km
Groningen	2 360	388,8	1 875	6,97	487,9	143	344,9
Friesland	3 310	401,4	2 220	8,59	601,3	188.8	412,5
Drenthe	2 660	222,8	1 436	5,88	411,6	150,6	261
Overijssel	3 550	483,2	1 993	8,78	614,6	296,9	317,7
Nordholland	2 790	1420,1	2 684	11,14	779,8	268,1	511,7
Südholland	3 010	1844,5	3 200	13,03	912,1	347,5	564,6
Utrecht	1 380	384,6	1 500	5,13	359,1	149,6	209,5
Zeeland	1 800	250	2 308	6,22	435,4	152,9	282,5
Gelderland	5 090	798,6	3 765	14,47	1012,9	529,9	483
Nordbrabant	5 120	823,9	2 700	12,77	893,9	393,4	500,5
Limburg	2 200	508,8	1 790	7,02	491,4	286,9	204,5
Im ganzen	33 270	7526,7	25 471	100	7000	2907,6	4092,4

jetzt ziemlich vernachlässigt worden sind, überall neue Radfahrwege vorgesehen. Die Straßensteuer wird nur von den Kraftfahrzeugen, die die öffentlichen Straßen benutzen, erhoben, im Gegensatz zur Personalsteuer, die alle Kraftfahrzeuge umfaßt, gleichgültig, ob sie gebraucht werden oder nicht. Pferdefuhrwerke sind frei: eine Fuhrwerksteuer wäre in dem überwiegend landwirtschaftlichen Holland nie vom Parlament genehmigt worden. Einzelne Provinzen hatten aber ihre eigene Fuhrwerksteuer, die sie auch weiter erheben dürfen.

Für Motorräder werden, abhängig vom Gewicht, 10 bis 30 hfl. jährlich bezahlt. Für Personen-, Lastkraftwagen und Omnibusse zahlt man je 100 kg Gewicht 6, 10 und 12,50 hfl. jährlich.

Die andern Zuschüsse zum Straßenfonds kommen aus dessen Verzinsung, aus der Staatskasse oder aus Anleihen. Bemerkenswert ist die Bestimmung, daß Übertragungen von einem Konto auf andere stattfinden können und daß alle Beträge, die nicht in Übereinstimmung mit dem Voranschlag des Fonds verbraucht sind, in einem späteren Jahre Verwendung finden können.

Die 30 bis 40 vH des Straßenfonds für die Provinzen werden nach einem Schlüssel: Länge der im Ausbau befindlichen oder verbesserten Straßen × Ertrag der Steuer in jeder Provinz, auf die verschiedenen Provinzen verteilt.

Abb. 1. Reichsstraßenplan.

———— vorhandene Reichsstraßen
— — — — vorhandene Provinzial- und andere Straßen
—·—·—·— geplante Straßen
× geplante Straßenbrücken über die Hauptflüsse
(im Reichsstraßenprogramm aufgenommen)
—○— Stadtdurchgänge, gehören nicht zum Reichsstraßenprogramm
Bei schwierigen Stadtdurchgängen sind Umgehungen geplant.

Der Ertrag des Straßenfonds 1927 stellte sich auf rd. 15 Mill. hfl; für 1928 beträgt der Voranschlag schon 26 Mill. hfl. Infolge der steigenden Kraftwagenzahl, für Anfang 1928 auf rd. 100 000 geschätzt, wird dieser Betrag voraussichtlich stark wachsen, so daß der Ausbau infolgedessen schneller stattfinden kann. Vorläufig werden die Kosten sämtlicher Neu- und Umbauten vom Staatsausschuß für Verkehrsfragen auf 325 Mill. hfl. geschätzt. Davon sind 225 Mill. hfl. für das Reichsnetz mit den großen Flußbrücken und 100 Mill. hfl. für die Provinzialnetze bestimmt, während für Straßen von geringer Bedeutung außerdem noch 50 Mill. hfl. vorgesehen sind. Bis 1926 betrugen die jährlichen Ausgaben für das Reichsnetz und die Straßen mit staatlicher Beihilfe rd. 5 Mill. hfl. Davon waren etwa 2 Mill. hfl. für den normalen Unterhalt bestimmt. Die Provinzen brauchten außerdem insgesamt noch 2,5 bis 3 Mill. hfl., so daß bei einem gleichen Verhältnis von 2 : 3 für Unterhalt und Erneuerung deren jährliche Erneuerungen auf rd. 1,5 Mill. hfl. zu schätzen waren. Insgesamt wurden daher vor dem Inkrafttreten des neuen Straßensteuergesetzes jährlich 4,5 Mill. hfl. für die Erneuerung des Haupt- und Nebennetzes verwendet. Man erwartet, daß der höhere Ertrag der neuen Steuer, den geplanten Ausbau in 15 bis 20 Jahren ermöglichen wird.

Bis jetzt wird ein Teil des für den Straßenbau bestimmten Geldes durch Zollstellen erhoben, die in Holland leider noch in einer ziemlich großen Anzahl vorhanden sind. Der Gesamtreinertrag dieser Zollstellen wird auf mehr als 1 Mill. hfl. geschätzt. Das neue Steuergesetz bedingt, daß alle Straßen des neu zu gestaltenden Haupt- und Nebennetzes zollfrei sein müssen. Die Entschädigung der zollerhebenden Behörden, Verbände oder Personen muß noch gesetzlich geregelt werden. Gleichzeitig werden dann auch wohl ein beschleunigtes Enteignungsverfahren und ein Bauverbot innerhalb eines bestimmten Abstandes von den zu erweiternden Straßen erlassen.

Zahlentafel 3

Straßenklasse	Höchstgeschwindigkeit in km/h für Kraftfahrzeuge oder Anhängewagen mit								
	Luftreifen			Kissenreifen			Vollgummireifen		
	I	II	III	I	II	III	II	I	III
Motorfahrzeuge									
Raddruck bis 1200 kg . .	—[1])	—[1])	—[1])	30	30	30	20	20	20
von 1200 „ 1800 „ . .	—[1])	—[1])	30	30	30	20	20	20	12
„ 1800 „ 2400 „ . .	—[1])	30	20	30	20	12	20	12	—[2])
„ 2400 „ 3600 „ . .	30	20	—[2])	20	12	—[2])	12	—[2])	—[2])
Anhängewagen									
Raddruck bis 1200 kg . .	30	30	30	20	20	20	12	12	12
von 1200 „ 1800 „ . .	30	30	20	20	20	12	12	12	—[2])
„ 1800 „ 2400 „ . .	30	20	12	20	12	—[2])	12	—[2])	—[2])

[1]) Geschwindigkeit unbegrenzt. [2]) Fahrverbot.

Gesetzliche Verkehrsmaßnahmen und Beschaffenheit des bestehenden Straßennetzes

Ungefähr gleichzeitig mit dem Straßensteuergesetz ist das abgeänderte Kraftfahrzeug- und Fahrradgesetz in Kraft getreten, das die Straßen in drei Klassen einteilt und die Höchstraddrücke und Höchstgeschwindigkeiten bestimmt, Zahlentafel 3.

Auf Straßen dritter Klasse dürfen nur Fahrzeuge mit einer Höchstbreite von 2,1 m verkehren; auf allen andern Straßen ist die zulässige Höchstbreite 2,35 m. Für landwirtschaftliche Fuhrwerke ist auf Reichsstraßen eine Höchstbreite von 2,60 m erlaubt. Ein Ministerialausschuß wird demnächst den Unterschied zwischen Kissenreifen und Vollgummireifen festlegen.

Die Mehrzahl der heutigen Reichsstraßen sind Straßen zweiter Klasse. Straßen erster Klasse sind Ausnahmen und bilden durchaus kein lückenloses Netz, wodurch der Verkehr mit schweren Lastkraftwagen beim gesetzlichen Höchstraddruck von 3600 kg und mit Vollgummireifen stark eingeschränkt ist. Während des Ausbaues kann eine zunehmende Anzahl Straßen in die erste Klasse eingereiht werden.

Nach dem Ausbau werden die neuen oder verbreiterten 1050 km Hauptverbindungsstraßen mit den vorhandenen ein möglichst lückenloses Hauptverkehrsnetz, das „Rijkswegenplan", bilden; und außerdem wird hierin ein zweites Netz der Provinzen von 4000 km eingefügt.

In der Abbildung 1 ist nur das Hauptnetz angegeben, weil die Provinzialnetze noch nicht vollständig festgelegt sind. Die Hauptverkehrsstraßen verbinden die Hauptstädte und andern bedeutenden Städte der Provinzen, zusammenhängende Ortschaften von mehr als etwa 20 000 Einwohnern, Industriehauptplätze, Bergwerke und große Häfen miteinander und mit den ausländischen Hauptnetzen. Auch einige Inseln der Provinz Zeeland und der südlich der Schelde liegende Teil dieser Provinz Zeeuwsch-Flandern, werden durch Fähren an das Hauptnetz angeschlossen.

Ein wichtiger Bestandteil des Ausbaues sind auch die neuen großen Brücken über die Hauptflüsse: Waal, Rhein, Maas und IJssel. Über den Hauptstrom: Rhein-Waal-Merwede-Hollandsch Diep, der Holland in zwei Teile teilt, gibt es k e i n e e i n z i g e Straßenbrücke, nur Fähren und Eisenbahnbrücken. Brücken über diesen für den Rheinverkehr unentbehrlichen Flußlauf in Nijmegen, Zaltbommel und Gorinchem sind schon entworfen. Das Rheinfahrtabkommen hat diesen Mangel an Brücken verschuldet. Durch den Bau fester Brücken werden Hochwasser und Eisgang als Hindernisse für den Straßenverkehr zwischen dem nördlichen und südlichen Teil Hollands ausscheiden.

Ob die neu zu gestaltenden Hauptverbindungswege hauptsächlich dem Durchgangsverkehr dienen oder ob sie daneben wieder einen großen Teil des örtlichen Verkehrs an sich ziehen werden, steht noch offen. In den dichtbevölkerten, alle großen Städte des Landes enthaltenden Provinzen Nord- und Südholland entfällt ein großer Teil des Verkehrs nur auf kurze Strecken, so daß wohl mehr Orts- als Durchgangsverkehr zu erwarten sein wird. Wo die stärker bevölkerten Ortschaften wie im Süden, Osten und Norden weiter auseinander liegen, wird auch der Durchgangsverkehr nicht besonders groß sein. Der Touristenverkehr, ein Teil des Geschäftsverkehrs und die Beförderung von einigen Gütern findet auf langen Strecken statt. Jedoch der Touristenverkehr wählt nicht an erster Stelle den kürzesten Weg, und für den gewöhnlichen Fracht- und Autobusverkehr ist die wirtschaftliche Höchststrecke beschränkt und vorläufig, abhängig von der zu erreichenden mittleren Geschwindigkeit, auf 60 bis 100 km zu schätzen. Hieraus folgt, daß die langen, geraden Automobilstraßen zwischen wichtigeren Städten, die ohne Verbindung mit den meisten Städten und Dörfern sind und absichtlich in einiger Entfernung davon durchlaufen, vorläufig kaum eine Bedeutung haben. Ebenso wäre es ein Fehlgriff, wenn man, um einen kürzeren Weg für den Durchgangsverkehr zu erhalten, die großen Flußbrücken in großer Entfernung von den Hauptorten an den Flüssen bauen würde. Hingegen ist es gar nicht ausgeschlossen, daß auf die Dauer gewisse Umwege, die jetzt noch zulässig sind, bei zunehmendem Durchgangsverkehr ausgeschaltet werden müssen.

Zunächst sind die in stark bebauten Ortschaften liegenden engen Strecken zu verbessern, wo sich der langsame und der schnelle Verkehr gegenseitig so behindern, daß ihre Trennung erforderlich ist.

Ausführungsplan

Der fünfjährige Arbeitsplan sieht eine Verbesserung der vorhandenen Staatsstraßen vor, wobei an erster Stelle die Straßenbreite auf bestimmte Mindestmaße erweitert und die Fahrbahndecke je nach dem Verkehr ausgebessert wird. Dieser Arbeitsplan (von 1927 bis Ende 1931) ist ein Abschnitt des Hauptprogramms, das ganz neue Straßen, bedeutende Verlegungen, große Flußbrücken, Unter- und Überführungen statt der gegenwärtigen mit Schranken bedienten Eisenbahnkreuzungen und beweglichen Kanalbrücken und zuletzt die Verbreiterung aller Straßen vorsieht, so daß diese auch den zukünftigen Verkehr übernehmen können.

Hervorzuheben sind die folgenden Straßen des Hauptprogramms, Abb. 1:

1. Eine ganz neue Verbindung Haag – Rotterdam, östlich von dem bestehenden, durchaus ungenügenden Weg mit zwei Zollstellen, auf dem die Zahl der Unfälle jedes Jahr zunimmt. Diese Verbindung wird als erste demnächst hergestellt.

2. Eine gerade Verbindung von Amsterdam nach Rotterdam, deren südlicher Teil von Rotterdam bis Bodegraven zuerst gebaut wird. Der Anschluß Rotterdam – Utrecht findet mittels des Weges 6 statt.

3. Eine Verkürzung der Strecke Amsterdam – Haag mittels eines neuen Weges durch den trockengelegten Haarlemermeerpolder nach Sassenheim.

4. Eine neue Verbindung von Amsterdam mit dem nördlichen Nordholland, die auch zum künftigen N.-W.-Zuiderzeepolder bei Medemblik führt, und ferner ein Weg am Noordzeekanal entlang nach Velsen bei IJmuiden.

5. Zwei Wege, die mit dem Abschlußdamme der Zuiderzee die Verbindung von Nordholland und Friesland ergeben werden.

6. Eine vollständig neue Strecke Haag—Harmelen, statt des vorhandenen, eng gebauten und zu schmalen Weges Leiden–Utrecht am alten Rheinlauf entlang.

7. Verbindungen von Haag und Rotterdam nach Hoek-van-Holland, besonders für Schnellgüter, Gemüse und Früchte aus dem „Westland", und Personenverkehr mit England.

8. Ein vollständig neuer Weg von Rotterdam, ostwärts bis Elst zwischen Arnhem und Nijmegen, der die Polder zwischen der Waal, Merwede, Noord, und dem Niederrhein und Lek durchschneidet. Dieser Weg verbindet Rotterdam mit Deutschland über Kleve, Kranenburg und Nijmegen; die Strecke wird demnächst zollfrei.

9. Verschiedene neue Wege in Zeeland, Nordbrabant und Limburg, die Lücken im vorhandenen Netz ausfüllen werden, so daß die Verbindung Vlissingen—Roosendaal—Venlo für den Verkehr Süd- und Mitteldeutschlands mit England an Bedeutung gewinnt.

10. Verbindungswege im Norden; u. a. von Neuschanz an der deutschen Grenze nach Groningen und südwärts durch den östlichen Teil von Drenthe nach Zwolle.

Der größte Teil der Straßen wird eine 6 m breite Hauptfahrbahn und zu beiden Seiten Fahrradwege von 1,5 bis 2,5 m Gesamtbreite aufweisen. Einige wenig befahrene Wege erhalten eine Breite von 5 bis 5,5 m. Nahe den großen Städten hat man 9 bis 12 m Breite der Hauptfahrbahn, breitere Fahrrad- und Fußwege, Raum für Straßenbahnen und Reitwege, und außerdem Platz für Rohrleitungen sowie Baumreihen oder Hecken vorgesehen.

Daher werden die neu zu bauenden Hauptstraßen viel größere Anlagen- und Enteignungsbreiten, 30 bis 50 m, als bis jetzt erfordern. Bei den bestehenden Straßen sind solche Breiten wegen der hohen Kosten nur in Ausnahmefällen: geringfügige Bebauung, keine Dörfer, zu erzielen, so daß teilweise oder gänzliche Verlegungen notwendig sind.

Befestigungsarten

Die Bodenverhältnisse sind in den Poldern und besonders in deren unmittelbaren Umgebung, wo dicke Moorschichten ohne jede Tragfähigkeit auf dem Schlick- und Lehmboden der vormaligen Süßwasserseen Nord- und Südhollands liegen, oft äußerst ungünstig für den Bau von Straßenkörpern und Kunstbauten. Voraussichtlich würden die Sandmengen in einigen Gegenden zum Zusammenpressen der oft 16 bis 20 m dicken schwammartigen Torfschichten, ungeheuer groß sein. In solchen Fällen dürfte eine Pfahl- oder Senkpfeilergründung mit einem Oberbau aus Eisenbetonplatten wirtschaftlicher sein. Bei den schon fertiggestellten Straßendammverbreiterungen der Straßen Amsterdam—Haarlem und Amsterdam—Naarden wurden anfangs starke, aber allmählich abnehmende Senkungen festgestellt, so daß man den Oberbau aus Asphaltbeton auf einem gewalzten Schotterbett von 25 bis 30 cm Dicke verlegen konnte.

In dem schwachhügeligen und flachen Gelände Hollands sind die Erdarbeiten sonst sehr geringfügig. Die bis jetzt am meisten vorkommenden Befestigungsarten der Reichsstraßen sind:

1. Gewalzter Schotter, mit Lehm und Wasser gebunden und fast ausnahmslos mit einer dünnen bituminösen Schicht Asphalt, oder Asphalt auf Teer, mit Kiessand oder Splitt bestreut, abgedeckt oder angestrichen. Die Schicht muß mindestens jede 2 bis 3 Jahre erneuert werden. Bei jährlich notwendiger Erneuerung ist eine dauerhaftere Befestigungsart wirtschaftlicher.

2. Klinker. Ohne besondere Unterbettung, die aber die Kosten um mindestens etwa 1,60 ℳ/m² erhöht, eignet sich die Klinkerdicke nicht für schwerere Fuhrwerke und Kraftfahrzeuge. Jedoch sind bis jetzt, mit Ausnahme von kleinen Probestrecken, alle Klinkerstraßen in Holland nur auf einer Sandschicht gegründet. Bei guter Bodenbeschaffenheit und nicht zu schwerem Verkehr haben sie sich im allgemeinen sehr gut bewährt. Die Güte der Straßenklinker, besonders der Flammofen-Ziegelsteine, die in einer Größe von 18 bis 20 cm Länge, 4,5 bis 5 cm Breite und 8,5 bis 9,5 cm Höhe hergestellt werden, ist in den letzten Jahren immer mehr verbessert worden, so daß Druckfestigkeiten von 1100 kg/cm² keine Ausnahmen mehr sind. Die Ziegel liegen auf der schmalen Seite auf und haben demzufolge eine kleine Tragfläche. In allerletzter Zeit sind unter sehr hohem Druck trockengepreßte Flammofen-Doppelklinker, $20 \times 10 \times 10$ cm³, hergestellt worden, die eine Druckfestigkeit bis 1700 kg/cm² erreichen, aber rd. 30 vH mehr kosten. Einschließlich Unterbettung kosten sie etwa soviel wie ein Natursteinpflaster ohne Bettung oder eine unterbettete Kleinpflasterstraße, also rd. 13,5 bis 14,5 ℳ/m².

3. Natursteinpflaster ist in den letzten Jahren auf den Straßen mit starkem Verkehr in Nord- und Südholland, Zeeland und Nordbrabant verhältnismäßig viel verwendet worden. Diese Porphyr-, Granit-, Grauwacke- oder Melaphyr-Großpflaster kosten auf Sandbettung 13,5 bis 15 ℳ/m².

In Overijssel findet man Kleinpflaster zwischen Enschedé und Hengelo, das sich als Basalt- oder Doleritpflaster im allgemeinen gut bewährt. Die Kosten, einschließlich des Kies- oder Schlackengrusbettes, sind beinahe so hoch wie beim Großsteinpflaster.

4. Kupferschlackensteine, die bei geringerer Dicke wie die Natursteine ein wenig billiger sind, werden jetzt wegen ihrer ebenen Oberfläche und geringen Abnutzung mehr und mehr verwendet.

5. Asphaltbeton mit einem gewalzten Schotterbett 20 bis 30 cm dick, das 4 bis 5 ℳ/m² kostet, während die Kosten für die Deckschicht 5 bis 6 ℳ/m² betragen, wird in Holland in drei Arten verwendet:

Grober Asphaltbeton, Warrenite oder Bitulithic, ein verjährtes amerikanisches Patent. Die Schicht wird meist 5 bis 6 cm dick unmittelbar auf die Unterbettung gewalzt. Man läßt die Schicht ohne weiteren Unterhalt bis auf eine Dicke von 2 bis 3 cm abschleißen. Soll die Oberfläche weniger rauh sein, so wird eine dünne „Topeka"-Asphaltdeckschicht aufgebracht.

„Topeka" steht zwischen grobem Asphaltbeton und Asphaltmörtel. In „Topeka" wird Splitt als gröbstes Material in einer Menge von 15 bis 35 vH verarbeitet. Die Dichte ist mindestens ebenso groß, wie bei grobem Asphaltbeton, eine Asphaltdeckschicht (Anstrich) ist bei guter Zusammensetzung überflüssig. Die Dicke der Deckschicht beträgt 3 bis 4 cm. Die Unterschicht aus grobem, offenem oder dichtem Asphaltbeton, je nach dem leichteren oder schwereren Verkehr, ist meist 4 bis 5 cm dick. Diese und das folgende Verfahren erfordern sorgfältiges Walzen, anfänglich in der Richtung der Straßenachse, später in Viertelkreisen über die ganze Straßenbreite, von jeder Seite aus. Sonst können bei solchen Gemischen die Stauwellen des Längswalzens nicht genügend beseitigt werden. Topeka-Decken sind in den letzten Jahren auf den Straßen Amsterdam—Haarlem, Haarlem–Velsen, Haag–Haarlem und anderen verlegt worden. Künftig wird grober Asphaltbeton sich wahrscheinlich mehr und mehr einführen, wegen seiner leichten Herstellung. Die Kosten der Deckschicht betragen 5 bis 6 ℳ/m².

Sandasphalt (Asphaltmörtel) besteht aus einem Gemisch von Sand und Füllstoffen verschiedener Art mit Asphalt; in Amsterdam wird beim umfassenden Straßenausbau in letzter Zeit nur ein Gemisch von Flußsand und Müllverbrennungs-Schlackengrus mit Portlandzement in den Asphaltmörteldecken verwendet. Die Dicke und Art der Unterschicht sind ähnlich wie bei „Topeka". Vorläufig ist auf den Reichsstraßen noch kein Sandasphalt verwendet worden.

In der staatlichen Versuchsanstalt für die chemisch-technische Prüfung von Straßenbaustoffen in Delft unter Leitung von Dr. F. J. Nellensteyn, wurde auf je 1000 m² gewalzter Asphaltstraße ein 15×15 cm² großer Ziegel, der aus der Straße gebrochen wurde, auf die Zusammensetzung geprüft. Es wurde festgestellt, daß die Benetzung des Steinschlags, Sandes und Füllstoffs mit Asphalt vielfach infolge einer ungenügenden Mischung nicht hinreichend stattgefunden hatte. Infolgedessen wird ein Schreibgerät zum Messen jeder Mischdauer benutzt, das diese selbsttätig verzeichnet.

Versuche zur Bestimmung des besten Gemisches von Mineralbestandteilen und Asphalt oder Teer sind im

ange. Sie umfassen u. a. Untersuchungen über die ufsaugfähigkeit verschiedener Mineralien für verschieene Bindemittel und die Bestimmung der Oberflächenpannungen bituminöser Bindemittel. Auch kolloidhemische Untersuchungen dieser Bindemittel mit Hilfe es Ultramikroskops erwiesen sich als sehr fruchtbar. Veiter werden noch besondere Versuche ausgearbeitet ur Bestimmung der Widerstandfähigkeit der Asphaltnd Teermörtel gegen Schub.

6. Betonstraßen werden in Holland bis jetzt in eldern von 3 bis 4 m, erst die ungeraden und dann die eraden Nummern, die Zwischenfelder, verlegt. Die reite von 3 m ergibt eine Straßenhälfte, die meist für ich hergestellt wird, während der Verkehr die andere Hälfte noch benutzt. Nach genügender Erhärtung, rd. rei Wochen, wird die halbe Betonstraße dem Verkehr bergeben und die zweite Hälfte wird in gleicher Weise etoniert. Die Stöße werden nicht mit einer besonderen asse ausgefüllt; die Platten greifen mittels Verzahnung, auart Walker-Weston ineinander, wodurch senkrechte nd wagerechte Verankerung erzielt wird. Infolge der bwechselnd hergestellten Felder und ihrer geringen Abessungen ergibt das Schwinden nur sehr enge Fugen n den Stößen, die bei sorgfältiger Herstellung und guten austoffen nicht zu Beschädigungen Anlaß geben. Meist erden die Querstöße um 2 m gegeneinander versetzt. nfolgedessen sind in einzelnen Fällen, infolge des Schwinens der frisch eingebrachten Felder, in der Mitte der schon ertiggestellten, durch Zug Risse entstanden. Die Dicke er Felder beträgt in der Mitte meistens 12 bis 16 cm für ie Unterschicht aus gröberem Kies und 4 bis 6 cm für die einere Deckschicht, die sich als Basalt- oder Porphyrchotterbeton in Edelzement am besten bewährt. An den eiten erhöht man in der letzten Zeit in Übereinstimmung mit der auch in den Vereinigten Staaten vorherrschenden nschauung die Dicke um 20 bis 25 vH, wodurch eine wirtchaftlichere Verteilung des Baustoffes erzielt wird.

Die beiden Schichten werden zwischen Holzverschaungen, die die 50 cm breiten Verzahnungen enthalten, ittels eines schweren, mit Eisenblech beschlagenen Balens gestampft, der sich in der Straßen-Längsrichtung rstreckt und während des Stampfens in der Querrichtung inige Male hin- und hergeführt wird. Beim Stampfen ird der Balken mit der Hand an beiden Seiten etwa 10 is 20 cm abwechselnd hochgehoben und losgelassen. Die Oberschicht wird außerdem noch nach dem Stampfen durch wiederholtes Streichen mit dem Stampfbalken in der Längsrichtung gedichtet und geglättet. Ein dritter Arbeiter bewegt den Balken mittels eines Seiles in Querrichtung unter Zuführung örtlich etwa mangelnden Betons. Danach deckt man die Straße mit Binsenmatten ab, die ohne die Oberfläche zu berühren auf hölzernen Rahmen verlegt werden. Nach genügender Erhärtung werden diese durch eine während zwei Wochen naßgehaltene Sandschicht ersetzt. Meist wird dann die Oberfläche dreimal mit Wasserglas in Verdünnungen von 1 zu 5 bis 1 zu 3, gehärtet. Das Aufbringen einer Asphaltschicht hat sich nicht bewährt. Sie haftet nicht an dem immerhin etwas feuchten Beton, und muß regelmäßig erneuert werden, was bei der hohen Widerstandfähigkeit des allgemein verwandten Edelzementbetons unwirtschaftlich ist. In letzter Zeit ist auch das amerikanische Fluorpräparat „Lapidolith“, das bedeutend teuerer aber wahrscheinlich besser ist als Wasserglas, für die Oberflächenhärtung benutzt worden. Die Betonstraßen kosten bei guter Ausführung und normalen Zementpreisen rd. 8,40 ℳ/m².

In letzter Zeit sind Betonversuchstrecken zwischen Breda und Keizersveen gebaut worden. Der Stoßabstand der gegen Schwindspannungen bewehrten Platten ist bis 100 m vergrößert worden; besonders zusammengesetzte nachgiebige Fugenfüllungen sind dabei vorgesehen. Die bisher übliche Plattenlänge von 4 bis 5 m dürfte wohl als übertrieben klein angesehen werden und wäre nach ausländischem Vorbild ohne Gefahr für Rißbildung auf 10 bis 15 m zu vergrößern. Bedingung dabei ist aber eine mindestens dreiwöchige Erhärtung bei feuchter Lagerung neben Fugenabrundung und Ausfüllen mit bituminösem Baustoff.

Mit dem mittels Druckluftstampfer hergestellten „Soliditit“, sind auf einer Versuchsstrecke Almelo – Wierden bis jetzt gute Erfolge erzielt worden. Man verwendet Porphyrschlag und als das Schwindmaß herabsetzenden und chemisch aktiven Zuschlag für den Zement gebrannten und sehr fein gemahlenen Flintstein (Silex).

Gewöhnliche Betondecken findet man viel auf den Reichsstraßen in der Nähe von Arnheim und Nijmegen und in der Provinz Overijssel. In den letzten Jahren sind auch auf Reichsstraßen in Nordbrabant verschiedentlich Betondecken verlegt worden. [B 1144]

Verkehrszählung im Ruhrgebiet

Die Verkehrszählung[1]) im Jahre 1926, die der Siedungsverband Ruhrkohlenbezirk veranstaltete, diente in rster Linie dazu, festzustellen, ob das Verbandsstraßennetz n allen Teilen einwandfrei entworfen war, und den Dringichkeitsgrad für den Ausbau der einzelnen Strecken zu betimmen. Dieses Verbandsstraßennetz, vom Siedlungsverand in engster Zusammenarbeit mit den Behörden gechaffen, umfaßt ein interkommunales ergänzendes Straßenetz für den Durchgangsverkehr, wobei die jetzigen Mittelunkte mit starkem Verkehr durch Umgehungsstraßen entastet werden sollen.

Das Zählgebiet umfaßt 1970 km² mit 3 537 321 Einohnern; neben 1145 km Durchgangsstraßen sind noch rd. 700 km befestigte Straßen vorhanden. Im Mittel wurden äglich von 7 bis 20 h 363 410 Fahrzeuge gezählt, hiervon aren 56,2 vH Kraftfahrzeuge und 43,8 vH Pferdefuhrwerke. Dieses Verhältnis wird im Zusammenhang mit dem Verkehrsgewicht, d. h. Ladung und Eigengewicht der Fahrzeuge, 62,9 vH zu 37,1 vH, ferner in bezug auf Tonnenkilometer 61,9 vH zu 38,1 vH.

Die mittlere tägliche Belastung für 1 km Straße, die für den Straßenunterhalt wichtig ist, beträgt für Stadt- und Gemeindestraßen 1442 t, für Provinzialstraßen 1097 t und für Kreisstraßen 528 t. Die am stärksten belasteten Straßen liegen in den Gemeinden. Aus dem Verkehrslängsschnitt, Abb. 1 und 2, ist deutlich das Anschwellen im Stadtinnern zu ersehen. Der tatsächliche Durchgangsverkehr darf nicht nach der Belastung eines Teilstraßenzuges gewertet werden, da der größte Anteil in der Regel örtlicher Art ist. Immerhin wird mit der Zunahme des Kraftwagenverkehrs und der technischen Verbesserung der Kraftwagen auch der Verkehr auf weitere Entfernungen stets größer. [M 1587] Ls.

[1]) Verkehrszählung 1926 im Ruhrkohlenbezirk, Essen 1928.

Abb. 1 und 2
Verkehrslängsschnitt der Straße Dorsten-Buer-Essen-Werden.

Straßenbaumaschinen und Bauweisen auf der Londoner Straßen- und Transportausstellung

November 1927

In England stehen dem Straßenbau außerordentliche Mittel zur Verfügung. Es besteht ein Ausschuß, der Road Fund, dem gewisse Steuern aus dem Kraftfahrbetrieb zufließen; die Mittel werden den einzelnen Grafschaften zugewendet. Für den Bau und Unterhalt der Straßen erster Klasse erhalten diese einen Zuschuß von 50 vH, für Straßen zweiter Klasse 25 vH. Die Einnahmen aus der Steuer sind bei rd. 1,5 Mill. Fahrzeugen beträchtlich und erreichen etwa 460 Mill. ℳ. Selbstverständlich genügen diese Zuschüsse nicht. So sind in den letzten 15 Jahren im vereinigten Königreich für Straßenbauten rd. 10 Milliarden ℳ aufgewendet worden. England hat das beste Straßennetz; Umgehungsstraßen, die auf dem Festland erst geplant werden, sind dort schon verwirklicht worden. Knapp vor Beginn der Ausstellung hat man drei neue Hauptstraßen eröffnet, wovon eine als Umgehungsstraße in dem Straßenzug London – Portsmouth die Stadt Kingsdon vom Durchgangsverkehr freihalten soll. Ferner versucht man zur Zeit, das Londoner Stadtgebiet mittels eines äußeren Straßengürtels vom Durchgangsverkehr zu entlasten.

Diese Arbeiten sind vorbildlich und umfassen nicht allein die Anlage neuer Verbindungen, sondern man hat zunächst die bestehenden an den außerordentlich gesteigerten Automobilverkehr angepaßt. Die Landstraßen wurden verbreitert, Krümmungen beseitigt oder umgebaut und womöglich Geradstrecken eingeschaltet. Planmäßig wird die wassergebundene Decke durch eine mit Teer- oder Asphaltbindung ersetzt, während der Beton weniger in Erscheinung tritt und auch das Pflaster, trotz reichen Granitvorkommens, in der Hauptsache auf städtische Straßen b[e]schränkt bleibt.

Abb. 2
Anschluß von „Duraphalt" an Straßenbahnschienen.
a Bitumenanstrich zum Haften des Sonderasphalts *b*, woran sich das „Duraphalt" *c* in guter Bindung anschließt; *d* Betonbett.

Wie auf dem Festland stehen Teer und Bitumen [in] scharfem Wettbewerb. Im steinkohlenreichen England [ist] der Teer wie in Deutschland ein wichtiges einheimisch[es] Erzeugnis, während Bitumen, wenn auch meist aus englisch[en] Besitzungen, eingeführt wird. Deshalb überwiegt noch d[er] Teerstraßenbau, die Verwendung von Straßenteer hat s[o]gar zugenommen. 1927 wurden rd. 2 Mill. t Steinkohle[n]teer erzeugt und zu rd. ein Drittel als Straßenteer Nr. [...] verarbeitet. Zum Bau von Teermakadamstraßen wurd[en] ungefähr 150 000 t, für Innentränkung und Oberfläche[n]teeren rd. 550 000 t gebraucht, insgesamt rd. 70 000 t me[hr] als im Jahre 1926. Oberflächenbehandlung der vorhanden[en] Makadamstraßen mit Teer wird noch bei Straßen bis [...] rd. 1000 t täglichem mittlerem Verkehr vorgenommen. Ab[er] auch ältere Straßen mit geringem Verkehr, 500 t im Ta[g], werden geteert. Teermakadam verwendet man für Lan[d]straßen von 5000 Tagestonnen. Die Erfahrung der en[g]lischen Straßenbauer gestattet Teerbauten bis in den spät[en] Herbst hinein.

Die Ausstellung gab einen guten Überblick über d[ie] Teerbauweise der Britisch Road - Tar - Association, Lo[n]don. Diese Vereinigung hat eine ähnliche Aufgabe, w[ie] unsre deutsche Auskunft- und Beratungsstelle für Tee[r]

Abb. 1
Stahlverstärkungseinlage „Surfastel" in einer Londoner Straße.

Abb 5
Trommel des Mischers nach Abb. 4.

Abb. 3
Neuer Betonmischer mit Entlüftanlage.

Abb. 4
Mischer mit offener Trommel, Bauart Burn-Lancaster

raßenbau in Essen. An einem Modell zeigte man die ähflüssigkeit der verschiedenen Teersorten mittels tauhender Zylinder, ferner wurden die Behandlung verschieener Baugesteine mit Teer und verschiedene Emulsionserfahren vorgeführt.

Neben den Teer- und Asphalterzeugnissen vieler Firmen aren auch das Holzstöckelpflaster, die Gummistraße soie die Bauverfahren für die Betonunterbettung mit ihren erschiedenen Einlagen, Abb. 1, anschaulich dargestellt. ußerdem sah man Schrifteinlagen, Richtungszeichen und feile, die in die Straßendecke eingelassen werden, sowie erstärkungseinlagen, die sowohl den Zusammenhang der berfläche wie ihre Rauhigkeit fördern. Die Trageinlagen n Beton werden vorzugsweise aus fugenlosen gestanzten tahlgeweben gefertigt.

Auch der schwierigen Frage eines guten Fugenverandes der Decke mit Straßenbahnschienen sind einige ösungen gewidmet, wovon das „Duraphalt", Abb. 2, erähnt sei. Wenngleich in England die maschinelle Herellung nicht wie beim amerikanischen Betonstraßenbau ler kaum angewandt wird, so werden doch die Arbeitseräte womöglich mit Motorantrieb oder selbstfahrend ausebildet. Explosionsmotor, Dampf und Druckluft werden enutzt, elektrischer Antrieb fehlt jedoch.

Bemerkenswert ist ein Mischer, Abb. 3, wo in der bgeschlossenen Mischtrommel der Beton mittels Unterruck entlüftet wird. Dabei steigt das spezifische Gewicht

Abb. 6
Geteilte Hinterachse bei der Advance-Walze von Wallis & Steevens. Basingstoke.

ei gleicher Zusammensetzung von 2,24 t/m³ auf 2,37 t/m³ ei entlüftetem Beton. Festigkeit und Dichte des Betons ewinnen durch dieses Verfahren. Die Luftpumpe ist mit em Benzinmotor direkt gekuppelt.

Eine beachtenswerte Ausführung ist ein Mischer von Vinget, London, Abb. 4 und 5, mit offener Trommel, Baurt Burn-Lancaster. Der Boden, aus zwei Schraubenflächen ebildet, fördert die innige Vermengung der Grundstoffe. Ein Benzinmotor von 5 PS treibt die Trommel und das Hebeerk des Zuführungseimers an. Die Wasserzumessung ist elbsttätig. Die Leistung beträgt 3,4 bis 4,25 m³/h. Bei iner Sonderausführung für Straßenbau ist der Mischer auf iner Drehbühne angeordnet, so daß die Entladung nach llen Richtungen stattfinden kann.

Der fahrbare Bandförderer für Steine, Teermakadam, and usw. von R. H. Neal & Co., London, hat ein aus

Abb. 7
15 t-Straßenwalze mit Vierzylindermotor von 40 PS für Sauggas oder Benzin.

Gummiteilen in Stahlfassung bestehendes Band, das durch einen Benzin- oder Elektromotor von 3 PS mit 1 m/s angetrieben wird. Der rd. 7 m lange Förderer schürft unmittelbar im Ladegut selbst, leistet 19,2 m³/h Sand, 34,4 m³/h Stein, 45 m³/h Kies und braucht einen Mann zur Bedienung.

Die englischen Straßenwalzen halten in der Mehrzahl noch am Dampfbetrieb fest, der ja auch im Lastwagenverkehr eine bedeutende Rolle spielt. Bei der Advance-Walze von Wallis & Steevens, Basingstoke, kann sich das hintere Walzenpaar infolge der geteilten Hinterachse, Abb. 6, selbsttätig der Sattelung der Straße anpassen. Eine Straßenwalze für Sauggasbetrieb, Abb. 7, zeigte Barford & Perkins, Peterborough, mit einem mit Holz betriebenen Gaserzeuger, Bauart Imbert. In einer Motorwalze dieser Firma ist ein Mercedes-Benz-Dieselmotor von 32 PS Leistung eingebaut.

Für Arbeiten in weichem Boden zeigte Allen, Oxford, einen Schubkarren, dessen Rad durch eine Raupenkette ersetzt ist. Auch andre Straßenbaumaschinen, insbesondere Baggergeräte, waren mit Raupenketten versehen.

Die Motorrammen sind noch nicht soweit entwickelt wie in Deutschland. Bei den fahrbaren Druckluftanlagen von Holman Brothers, Camborne, und der Ingersoll Rand Co., London, werden die Kompressoren durch Verpuffungsmotoren angetrieben, und neben den Bohrern und Meißeln sind auch mittels Druckluft betätigte Spaten und Schaufeln vorhanden. Abb. 8 zeigt einen Tiefrahmen-Kippwagen von Shelvroke & Drewry, Letchworth. Der Tiefrahmen ist besonders auch für Müllabfuhr- und Sprengwagen von Vorteil. Eine beachtenswerte Ausführung eines kleinen Kippwagens von R. A. Lister & Co., Dursley, gibt Abb. 9 wieder. Bei diesem Karren ist der Motor samt Triebrad und Steuerung in einem um 360° drehbaren Gestell gelagert, so daß jeder Einschlagwinkel erzielbar ist und die Rückwärtsfahrt ohne Wendung erfolgen kann. [M 1342]

Berlin L. Jonasz

Abb. 8
Tiefrahmen-Kippwagen von Shelvroke & Drewry.

Abb. 9
Kipper von R. A. Lister & Co.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Der neuzeitliche Straßenbau. Herausgeg. von Hentrich. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 3. Teil: **Steinstraßen.** Von Knipping. 108 S. mit 72 Abb. Preis 7,10 M. 4. Teil: **Betonstraßen.** Von A. Kleinlogel. 154 S. mit 175 Abb. Preis 10,50 M. 7. Teil: **Verwaltung und Wirtschaft.** Von Heymann. 106 S. mit 13 Abb. Preis 6,90 M.

Dieses Sammelwerk hat sich die Aufgabe gestellt, in sieben Teilen den neuzeitlichen Straßenbau zu behandeln. Augenblicklich liegen davon drei Teile vor. In Teil 7 „Verwaltung und Wirtschaft" findet man sehr wesentliche Beiträge zur Statistik der bestehenden Landstraßen. Die Statistik erstreckt sich auf die Zahl der Kraftwagen, ihre Verteilung und auf die Verkehrsdichte. Die zukünftigen großen Baupläne werden kurz erläutert, besonders mit Rücksicht auf die Fernstraßen. Für die Frage, welche Wege bisher und in Zukunft für die Aufbringung des nötigen Geldes in Betracht kommen, bietet der von Heymann verfaßte Teil eine sehr geeignete Quelle.

In Teil 4 legt Prof. Kleinlogel nicht nur die bisher verhältnismäßig wenigen deutschen Betonstraßen, sondern auch die amerikanischen, die er auf einer größeren Studienreise kennengelernt hat, seinen Erörterungen zugrunde und bringt vor allen Dingen Regeln und Angaben für die praktische Ausführung von Betonstraßen.

Auch heute noch spielt der Steinstraßenbau, den Prof. Knipping in Teil 3 behandelt, der Straßenfläche nach die bedeutendste Rolle im Straßenbau überhaupt. Er umfaßt die einfachsten Befestigungen der Fahrbahn, die besseren Bauweisen mit natürlichen Steinen, also neben der wassergebundenen Schotterstraße mit den mannigfaltigsten Oberflächenbehandlungen Pflasterstraßen aller Art aus natürlichen und künstlichen Steinen. Äußerst wichtig für den Steinstraßenbau ist die Art und Beurteilung des Baustoffes. Dieser Frage widmet daher das Buch einen bedeutenden Raum. Auch über die Wirtschaftlichkeit der Gewinnung der natürlichen Steine und ihre Verarbeitung berichtet der Verfasser ausführlich. Die Herstellung der Pflasterstraßen hat sich nicht in bedeutendem Maße geändert, von ihr ist daher weniger die Rede.

Die knappe Darstellung in diesem Teil genügt durchaus für den Anfänger wie auch für denjenigen, der sich etwas näher mit den Fragen der Steinstraßen befassen will. Das Buch kann daher auch für den in der Praxis stehenden Ingenieur, soweit er sich über Neuerungen, namentlich auf dem Gebiete der Steinstraßen-Baumaschinen unterrichten will, nur empfohlen werden. [E 1582] Baer

Vorschriften für die Prüfung und Lieferung von Asphalt und Teer sowie von Asphalt und Teer enthaltenden Massen, soweit sie im Straßen-, Tief- und Hochbau verwendet werden. Aufgestellt vom Hauptausschuß für Asphalt- und Teerforschung 1927 (Geh. Bauart Dr. Hoepfner, Kassel, Hohenzollernstr. 94). 60 S. Preis 5,— M.

Die schon früher vom Hauptausschuß für Asphalt- und Teerforschung bearbeiteten Vorschriften sind im Laufe der letzten Jahre überarbeitet worden und jetzt als Druckschrift erschienen, die von der Zentralstelle für Asphalt- und Teerforschung herausgegeben wird. Es ist sehr verdienstlich, daß sich der Hauptausschuß der Aufgabe unterzogen hat, in die Fülle der vorkommenden Straßenbaustoffe Ordnung zu bringen und besonders den Verwaltungen Unterlagen in die Hand zu geben, nach denen sie Bauvorhaben vergeben und beurteilen können. In Verbindung mit den Merkblättern der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau geben die Vorschriften auch wertvolle Unterlagen f die Hersteller, wenn auch natürlich nicht die örtlichen V hältnisse, die häufig zu besonderen Maßnahmen zwing berücksichtigt werden konnten.

Da eine Nomenklatur für die in Frage stehenden Sto und Massen, die nur in internationalem Rahmen zu schaff ist, noch nicht vorliegt, ist die Einteilung in Bitumina (denen Asphalte und Erdölrückstände gerechnet werden) u in Teere und Peche gewählt. Bei den Liefervorschrift lassen sich für Asphalt, Teer und Pech allgemeine Ric linien über die Beschaffenheit angeben, an die bei den ei zelnen Asphalt, Teer und Pech enthaltenden Massen me noch zusätzliche Anforderungen zu stellen sind.

Die Mineralstoffanteile der Pflasterarten lassen sich b den natürlichen und künstlichen Stampfasphalten annäher festlegen. Bei den übrigen Arten sind sorgfältig ausgearbe tete Beispiele angegeben. Es sind Liefervorschriften b arbeitet für: Stampfasphalt, Sandasphalt und Teersan pflaster, Asphalt- und Teerbeton, Steinschlagasphalt u Teermischmakadam, Guß- und Hartgußasphalt, Aspha goudron, Teergoudron, Asphalt- und Teermastix, Pflast und Tonrohr-Ausgußmasse, Anstriche für Mauern und Bet Schutzplatten für aufsteigende Feuchtigkeit, Isolier- u Dachpappen sowie Teer- und Asphaltemulsionen. Die a gezogenen Normen bedürfen zum Teil noch der Berichtigun [E 1583] W. D.

Neuzeitlicher Straßenbau. Von E. Neumann. Berl 1927, Julius Springer. 400 Seiten m. 210 Textabbildu gen. Preis 29,50 M.

Seit das Kraftfahrzeug der Straße neue Bedeutung z gewiesen und dem Straßenbauwesen neue Aufgaben g stellt hat, sind in Buchform zwar verschiedene Einzelgebi des Straßenbaues oder in kurzer Form das gesamte Geb behandelt worden, es ist aber kein zusammenfassendes Han buch des Straßenbaues erschienen. Daher bedeutet es a jeden Fall ein begrüßenswertes Ereignis, daß der praktis und theoretisch im Straßenbau erfahrene Verfasser sich e schlossen hat, diesem Mangel abzuhelfen.

Das Buch legt die Beziehung zwischen Fahrzeug u Straße an der Hand der Mechanik dar, entwickelt die Grun sätze der Trassierung und das Wesentliche des Unterbau behandelt die Straßenbaustoffe, ihre Prüfung und Wirtscha lichkeit, die Maschinen des Straßenbaues, die Verkeh regelung, die Besonderheiten reiner Kraftwagenstraßen u gibt danach einen kurzen Bericht über Versuchstraßen. E ausführliches Verzeichnis des Schrifttums bildet den Schlu

Einen besonders großen Wert legt der Verfasser a die Straßenbaustoffe. Man ersieht aus seinen Darlegung wieweit heute bereits die Baustoffkunde die Eigenheit des Materials erfaßt und welche Mittel bei der Wahl v Straßenbaustoffen zur Verfügung stehen, um die richti Befestigungsart zu prüfen und auszuwählen. Sehr eingehe sind Teer und Asphalt behandelt. Auch dort, wo der ei oder andere dem Verfasser vielleicht nicht folgen zu könn glaubt, wird man anerkennen, mit wie eingehender Arb die einzelnen Verfahren beschrieben und beurteilt sind. F eine künftige Ausgabe wäre zu wünschen, die Zahl der A bildungen zu vergrößern.

Das Buch wird dem praktischen Straßenbauer wie de jenigen, der Maschinen oder Werkstoffe für den Straßenba sowie die neuerdings notwendigen Merkzeichen für den V kehr herzustellen hat, ein wertvoller Führer sein, dem d deutsche Literatur bisher nichts Gleichartiges an die Se zu stellen hat. [E 1562] Baer

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
Bd. 72 SONNABEND, 19. MAI 1928 Nr. 20

Die neuere Entwicklung der Druckmaschinen

Von Oberingenieur Hanns Fritz, Würzburg

Hierzu Bildblatt 25 und 26

Es wird gezeigt, wie in den drei Druckverfahren Hoch-, Tief- und Flachdruck nach bestimmten Richtungen die Entwicklung der Maschinen in den letzten Jahren vor sich ging, und welche Beweggründe und Absichten diese Entwicklung veranlaßten.

Die Druckarten

Die Druckverfahren lassen sich in drei Gruppen einteilen: den Hochdruck, Abb. 1 und 2, den Tiefdruck, Abb. 3 und 4, und den Flachdruck, Abb. 5 und 6. Beim Hochdruck, auch typographischer Druck genannt, ist der wirkende Teil des Druckstockes hochliegend, alle Stellen des Druckstockes, die nicht drucken sollen, liegen tief. Beim Tiefdruck, Kupferdruck, Photogravüre, liegen die wirkenden Teile des Bildträgers in dem Druckstock tief, die nichtdruckenden Teile dagegen hoch,. Beim Flachdruck, Steindruck, Zinkdruck, Lichtdruck, auch Gummidruck als mittelbarem Druck ist der Bildträger ohne jeden Höhenunterschied, er wird lediglich durch Einwirkungen chemischer Natur (Anfeuchten usw.) so beeinflußt, daß er nur an den Stellen Farbe annimmt, die dem wiederzugebenden Urbild entsprechen. Während beim Hoch- und Flachdruck der Bildträger durch die sogenannten Farbauftragwalzen eingefärbt wird, ist es beim Tiefdruck notwendig, die nichtdruckenden Flächen jedesmal nach der Einfärbung aufs genaueste von anhaftender Farbe mit Rakelmessern oder Wischwalzen zu reinigen. Heute, da es nicht selten vorkommt, daß die drei Druckverfahren in einer einzigen Zeitschrift, wie z. B. der „Woche", angewandt werden, sollte man wenigstens die Produkte der drei Verfahren voneinander unterscheiden können. Der Textteil der VDI-Zeitschrift ist z. B. Hochdruck, der Anzeigenteil Flachdruck, und zwar Gummi- oder Offsetdruck, die braunen, glänzenden Seiten der „Woche" sind Tiefdruck, Ölfarbe.

Die Zeitungsmaschine

An der Hand dieser Dreiteilung lassen sich auch die für die einzelnen Druckverfahren benutzten Maschinen einteilen. Als Friedrich Koenig mit seinem Freunde Bauer in London die erste Druckmaschine baute und die beiden Erfinder am Dienstag, dem 29. November 1814, eine in einer Maschine hergestellte Tageszeitung, die „Times", der Welt vorlegen konnten, verwendeten sie den Hochdruck. Bis heute ist es ohne wenige Ausnahmen so geblieben, daß die Tageszeitungen im Hochdruckverfahren hergestellt werden. Der Satz aus der Setzmaschine hat Hochdrucklettern; er findet mit dem Umweg über die Stereotypie seine unmittelbare Verwendung in der Zeitungsrotationsmaschine (Umlaufmaschine).

Als die Zeitungsmaschine in den 70er Jahren in Aufnahme kam, ging ihre Leistung kaum über 8000 Zylinderumdrehungen in 1 h.

Die unvollkommene Konstruktion der Falzgeräte war es, die diese obere Geschwindigkeitsgrenze setzte. Erst

Abb. 3 und 4 Tiefdruck.

a Papierlauf
b Preßwalze
c Gummizwischenwalze
d Bilderzylinder
e Farbtrog
f Rakel

Abb. 1 und 2 Hochdruck.

a Papierlauf
b Plattenzylinder
c Druckzylinder
d Auftragwalzen
e Farbverteilwalzen
f Nacktwalze
g Hebewalze
h Duktorwalze
i Farblineal

Abb. 5 und 6 Flachdruck.

a Papierlauf
b Farbwerk
c Plattenzylinder
d Feuchtwerk
e Gummizylinder
f Gegenzylinder

Abb. 7
Druckwerkeinheit, niedrige Bauart.

mit der Erfindung des Trichterfalzes konnte diese Grenze überwunden werden. Soweit das Falzgerät in Betracht kam, konnte die Geschwindigkeit dann fast beliebig gesteigert werden. Trotzdem ging man mit der Papiergeschwindigkeit bis kurz vor dem Kriege nicht über 200 m/min, was etwa 12 000 Uml./h des Zylinders entspricht, hinaus. Die Leistung konnte nicht gesteigert werden, da der Papierablauf bisher nicht so geregelt war, daß ein Reißen der Papierbahn tunlichst vermieden wurde, und der in kurzen Abständen erfolgende Rollenwechsel Aufenthalte entstehen ließ, die ganz wesentlich die Stundenleistung herunterdrücken mußten. Der Wunsch der Tageszeitungen, große Auflagen mit den neuesten Telegrammen und Nachrichten in der kürzesten Zeit herzustellen, der dem denkbar spätesten Redaktionsschluß entspricht, trieb den Konstrukteur an, Mittel zu suchen, die ein Reißen des Papierstranges während des Druckes selbst bei 350 m/min Papiergeschwindigkeit verhüten, die eine raschen Papierrollenwechsel, wenn möglich unter Weiter lauf der Maschine zulassen, und die beim An- und Ab transport der Rohstoffe und Erzeugnisse jede Erleichterung und Zeitersparnis bieten. Dies ist tatsächlich der We und die Richtung geworden, in der sich der Bau von Zei tungsrotationsmaschinen in den letzten zehn Jahren ent wickelte.

Der Schnelläufer

Die neue Bauart, die geschaffen wurde, wird in de Fachwelt mit dem Namen Schnelläufer-Rota tionsmaschine bezeichnet. Der Schnelläufer zeig gegenüber der bisherigen Zeitungsumlaufmaschine ein voll kommen verändertes Bild. Bei der normalen Bauart ware bei Vier-, Sechs- und Achtrollenmaschinen die einzelne Druckwerke stockweise übereinander gebaut, so daß di Gestelle der oberen Druckwerke jeweils auf dem untere Druckwerk ruhten; selbst bei Zweirollenmaschinen befan sich auf jeder Seite häufig ein Druckwerk oben. Die führte besonders bei Mehrrollenmaschinen zu bedeutende Bauhöhe. Die Erschütterungen, die bei den großen be wegten Massen und durch die regelmäßig auftretende Druckunterbrechungen und die damit verbundenen Stoß belastungen in der Maschine entstehen, machen sich scho bei den üblichen Geschwindigkeiten von 200 m/min äußers lästig bemerkbar und vermindern die Geschwindigkeits grenze.

Die übliche Stockwerkanlage war also für de Schnelläufer ungeeignet. Die ganz wesentlich schwere gehaltenen Platten- und Druckzylinder, die aus vollge schmiedetem Stahl hergestellt werden, die umfangreichere Farbwerke und die noch um 75 vH gesteigerte Geschwindig keit, verlangten vor allem eine möglichst niedrige Bauart Zwei Druckwerke durften niemals mehr übereinander liegen. Der Raum über den Druckwerken konnte lediglich zur Aufnahme der verhältnismäßig leichten Papierleit walzen und Registerstellvorrichtungen benutzt werden

Bei der Schnelläuferkonstruktion bildet jedes Druck werk eine in sich geschlossene Einheit, Abb. 7, die ent weder auf dem Fußboden unmittelbar oder durch Ver mittlung eines gedrungenen, nur diesem Zwecke dienender Sockels ruht. Dies hat zu der von den Amerikanern be

Abb. 8
Einheitenmaschine für Zeitungsdruck, erbaut von König & Bauer, A.-G., Würzburg.

Abb. 9
Anordnung der Zylinderbremse bei Zeitungsschnelläufern.

a Papierstrang
b Plattenzylinder
c Auftragwalze
d Nacktzylinder
e Reibwalze
f Überreiber
g Druckzylinder
h Bremsgurt
i Auftragwalze
k Überreiber
l Bremseinstellung
m Bremsscheibe
n ortfester Bock
o ortfester Drehpunkt
p Bremslüftmagnet

zeichnenderweise „Unit"-Type genannten Bauart geführt, Abb. 8. Sämtliche Einheiten, ganz gleich in welcher Anzahl sie in der Maschine vorhanden sind, sind baulich unabhängig voneinander. Jede Einheit enthält entweder 8 oder 16 Platten.

Außer der Tieflegung der bewegten Massen in der Maschine war es notwendig, mit den gewohnten Abmessungen zu brechen. Die Seitenständer und die eingebauten Lager wurden verstärkt, Zylinder, Zapfen und Achsen, die Befestigungsteile für die Platten und überhaupt alle umlaufenden Maschinenteile mußten entsprechend der größeren Fliehkraft, die ja im Verhältnis mit dem Quadrate der Umlaufzahl zunimmt, größer bemessen werden. Bei den jetzt größeren bewegten Massen und der gesteigerten Umdrehungszahl war ein Anhalten der Maschine durch Bremsen des Hauptantriebrades nicht mehr angängig. Die zwischen Antriebrad, Druck- und Formzylinder liegenden Teile, Räder und Wellen wären unnötig stark beansprucht worden und hätten unter dem Bremsstoß, den sie hätten übertragen müssen, sehr gelitten. Es hieß also, die schwersten, kreisenden Maschinenteile, die Druck- und Formzylinder, von denen aus auch die Farbwerke angetrieben werden, zu bremsen. Wenn man die Maschine z. B. beim Riß einer Papierbahn rasch stillsetzen muß, um die Makulatur zu beschränken und ein Umwickeln der einzelnen Walzen mit Papier, das im Augenblick bei derartigen Geschwindigkeiten vor sich geht, zu verhüten, ist dies nur durch Bremsen dieser Zylinder möglich. In Abb. 9 erkennt man deutlich die an den Druckzylindern angeordneten Bremsscheiben und Bremsbänder. Im Augenblick der Ausschaltung des Motors werden die Bremslüftmagnete stromlos; im gleichen Augenblick tritt das unmittelbare Bremsen von Druckzylinder, Plattenzylinder und Farbwerk ein, ohne daß die Antriebteile übermäßig hoch beansprucht werden.

In baulicher Beziehung muß man dem Wälzlager gegenüber dem Gleitlager den Vorzug geben. Druck- und Plattenzylinderlager werden wegen der auftretenden Stöße

Abb. 10 und 11
Lageranordnung mit Zusatzbelastung in Druckrichtung.

a Druckzylinder
b Plattenzylinder
c Gleitlager
d Wälzlager

bei der Druckunterbrechung — weißer Rand der Zeitung — noch als Gleitlager ausgeführt. Lediglich der Amerikaner Henry Wise Wood, New York, hat Probemaschinen mit vereinigten Lagern ausgeführt, Abb. 10 und 11. Er hat außerhalb des Gleitlagers ein in exzentrischer Hülse sitzendes, einstellbares, kräftiges Wälzlager angebaut, das dem Zylinder schon im Ruhezustand eine Zusatzbelastung in der Richtung der Lagerbelastung gibt. Hierdurch soll das Springen der Zylinder, das selbst bei sehr gut gehaltenen Lagern bemerkbar ist, verhütet werden. Bei dem vorgenannten Belastungswechsel soll die Zusatzbelastung eben ein Abspringen des Zapfens von seiner arbeitenden Lagerfläche verhüten. Nach den Nachrichten, die wir aus Amerika erhalten haben, übertrifft die Papiergeschwindigkeit dieser Maschinen die der Schnelläufer noch beträchtlich.

Außer der Lagerung muß ein besonderes Augenmerk dem Auswuchten der kreisenden Zylinder und Walzen zugewendet werden. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß hier selbst die kleinsten Walzen, die entsprechend ihrem Umfang auch die höchste Umlaufzahl aufweisen, dynamisch ausgewuchtet werden müssen. Erst dann, wenn keinerlei Übergewicht vorhanden ist, macht sich das für ruhigen Gang notwendige, wenn auch geringe Zahnspiel nicht mehr bemerkbar und jede sich daraus ergebende Spannung im Papierstrang fällt fort. Auch die Farbwerke müssen der erhöhten Geschwindigkeit Rechnung tragen. Entsprechend dem vorbeigeführten Papier muß eine größere Menge außerordentlich fein verteilter Farbe zur Druckstelle gebracht werden. Diesem Zwecke dient ein großer Nacktzylinder mit vermehrten Reibstellen, Abb. 9. Daß die Farbwalzen mit einem Handgriff abgestellt werden und die Farbe von einem geschlossenen Behälter mittels Druckluft oder Pumpanlage zugeführt wird, sei nur nebenbei erwähnt.

Abb. 12
Rollensternanordnung.

Abb. 13
Unterbau des Schnelläufers mit Rollensternen.

Abb. 14 und 15
Rollenlage im Augenblick des Stanzanklebens (links) und Rollenlage bei normalem Betrieb (rechts).

Alle diese bisher aufgezählten Vervollkommnungen der Zeitungsumlaufmaschine, so unerläßlich sie sind, um die Geschwindigkeit steigern zu können, würden doch noch nicht hinreichen, diejenige Betriebsicherheit bei der erhöhten Geschwindigkeit zu gewährleisten, die von Zeitungsbetrieben verlangt werden muß. Der Versuch, gewöhnliche Zeitungsmaschinen rascher laufen zu lassen, scheiterte bisher immer daran, daß dann das Papier zu häufig riß. Die dadurch hervorgerufenen Störungen überwogen den Vorteil des schnelleren Ganges bei weitem, so daß die wirkliche Leistung nicht im gleichen Verhältnis wie die Maschinengeschwindigkeit stieg, ja unter Umständen sogar hinter der Leistung bei geringerer Maschinengeschwindigkeit zurückblieb.

Ein besserer Wirkungsgrad bei der vergrößerten Geschwindigkeit gegenüber der normalen Umlaufmaschine kann nur durch besondere Vorrichtungen erzielt werden, die den Papierlauf regeln und die gleichzeitig die Zeitverluste durch den Rollenwechsel vermindern. Bei den Schnelläufern geschieht dies durch den mechanischen Papierrollenantrieb und durch Vorrichtungen, die es möglich machen, bei verlangsamtem Lauf der Maschine den neuen Papierstrang an den der abgelaufenen Rolle anzukleben und ohne Unterbrechung weiter zu arbeiten.

Bei den Schnelläufern wird die Papierrolle nicht mehr wie früher durch den Zug des Papierstranges angetrieben, der vom Druckwerk her eingeleitet wurde. Hier wird auch nicht die Papierrolle durch Umfangs- oder Scheibenbremse stillgelegt, sondern durch ein oder mehrere Reibungsbänder, die mit entsprechender Übersetzung vom Hauptantrieb aus bewegt werden. Der Rollenantrieb wird durch Verstellen einer sich vergrößernden Antriebscheibe oder eines Reibgetriebes geregelt. Außerdem kann der vom Triebband umspannte Winkel der Rolle durch Verstellung der Rolle zum Triebband verändert werden.

Abb. 16
Zeitungsförderanlage.

Der Rollenstern

Die Rollenlagerung und die damit verknüpfte Möglichkeit des Anklebens an den laufenden Strang hat eine große Zahl von Ausführungsarten entstehen lassen. Eine der bekanntesten Rollenlagerungen ist der sogenannte Rollenstern, Abb. 12. Der Rollenstern ist ein von der Umlaufmaschine selbst unabhängiges Gerät. Er braucht nicht auf der gleichen Ebene wie diese Maschine selbst zu stehen, vielmehr wird er, wenn es angeht, zweckmäßig in einem darunter befindlichen Raum aufgestellt, von wo aus das Papier der Umlaufmaschine zugeführt wird. Diese Anordnung ist dann besonders zu empfehlen, wenn in dem gleichen Raume die Papierrollen gelagert werden, Abb. 13. Die Zeit und Kraft erheischende Beförderung der Papierrollen vom Lager zur Maschine kommt dadurch in Wegfall. Zweckmäßig ist es, wenn die Rollen auf einer Bühne lagern und dem Rollenstern entweder durch schiefe Ebene oder kleine Karren zugeführt werden.

Der Rollenstern hat drei Rollenlagerungen, die sich aber von den bisher bekannten Lagerungen wesentlich unterscheiden. Früher mußten die Rollen auf- und abgespindelt werden, heute werden verschiebbare kegelige Dorne mittels Hebels oder Handrades in die Rollenhülsen eingetrieben. Dieses Verfahren ist viel einfacher und zeitsparender. Der ganze Stern mit seinen drei Rollen kann durch ein Schneckengetriebe sowohl mit der Hand wie auch mit einem kleinen Motor gedreht werden. Ist eine Rolle abgelaufen, so versetzt man den Rollenstern durch Anlassen des Rollensternmotors solange in Drehung, bis die nächste volle Rolle in Arbeitsstellung gelangt ist und klebt dann bei verminderter Maschinengeschwindigkeit den Anfang der neuen an das Ende der abgelaufenen Rolle an. Diesen Zustand stellt Abb. 14 dar, während Abb. 15 die Rollenstellung bei normalem Betrieb zeigt.

Abb. 20
Iris-Schema.

Während durch den Rollenstern, wie beschrieben, die Zeit des Rollenwechsel erheblich vermindert wird, verhindert anderseits der mechanische Rollenantrieb das häufige Reißen des Papiers bei erhöhter Geschwindigkeit. Rollenstern und Rollenantrieb sind amerikanischen Ursprungs. Sie stammen von dem Amerikaner Kohler, Chikago, der im Jahre 1904 auf diese Vorrichtung deutschen Patentschutz erhielt. Es ist klar, daß die amerikanischen Bedürfnisse eher zum Bau von Schnelläufern drängten als die deutschen und daß deshalb auch die Amerikaner, ohne daß wir ein Geheimnis daraus machen wollen, in dieser Art des Druckmaschinenbaues etwas voraus waren.

Fördereinrichtungen

So wie die Papierrollenbeförderung vereinfacht und während des Druckes einer Auflage fast ganz in Wegfall kommt, müssen beim Schnelläufer auch die fertigen Erzeugnisse auf mechanischem Wege zu den Versandräumen gebracht werden. Der Maschinensaal soll möglichst menschenleer sein. Hilfsarbeiter zur Bedienung der Papierrollen fehlen schon im Maschinenraum, in einem neuzeitlich eingerichteten Betriebe müssen aber auch die Träger aus dem Maschinenraum verschwinden. Diesem Zwecke dient der Zeitungsförderer, Abb. 16. Zwischen zwei Sätzen von Federdrahtspiralen werden die Zeitungen von den Falzgeräten weg, senkrecht in die Höhe, je nach Bedarf nach jeder Seite gewinkelt oder im Bogen, zur Expedition geführt. Wird die Maschine abgestellt, so sorgt ein kleiner Hilfsmotor, der in diesem Falle den Förderer antreibt, für seine Entleerung.

Zu einer neuzeitlichen Einrichtung gehört auch ein Förderer für die Stereotypieplatten, die in großer Anzahl tagtäglich gewechselt und oft in der letzten Minute vor dem Anlauf der Maschine zugeführt werden müssen. Die idealste Anlage dieser Art ist ein Plattenförderband, das die Platten in etwa 60 cm Höhe über dem Maschinenhausflur, an allen Maschineneinheiten vorbeiführt. Bei der neuzeitlichen Zeitungsumlaufmaschine arbeiten nämlich nicht alle Druckwerke auf ein Falzgerät, sondern je nach der Seitenzahl der Zeitung werden die bedruckten Papierstränge zur Bildung der Zeitung zwei und mehr Falzgeräten zugeführt. Es muß also eine der Anzahl der bei einer Zylinderumdrehung erzeugten Zeitungen entsprechende Zahl von Stereotypieplatten hergestellt werden Jede Stereotypieplatte enthält den Satz für eine Zeitungsseite. Werden nun gleichzeitig in einer Umdrehung sechs gleiche Zeitungen gedruckt, so sind von jeder Seite der Zeitung sechs Stereotypieplatten anzufertigen. Diese sechs Platten werden nacheinander von einer Pappmatrize abgegossen und fertiggemacht. Sobald die sechs betrachteten Platten fertig sind, legt man sie auf das Förderband und schaltet dessen Antrieb ein. Die sechs Platten wandern nun als eine Gruppe längs den verschiedenen Einheiten der Schnelläufermaschinen. Beim Vorüberführen der Plattengruppe an jeder Einheit wird eine Platte abgenommen, also die Gruppe immer um eine Platte kleiner.

Die Illustrationsmaschine

Außer den Schnelläufern, die aus den Massenauflagen und der Zeitersparnis geboren waren, verlangte der Zeitungsverlag in neuerer Zeit besonders für die sogenannten Sonntags- oder Wochenschriften und auch für die mehrfarbige Anzeige nach Mehrfarben-Zeitungsdruckmaschinen. Abb. 17, Bildblatt 25, zeigt eine solche Maschine, die mit vierzehn Druckwerken bis zu 96 Seiten der „Politiken", Kopenhagen, drucken kann, wobei die Titel und die letzten Seiten der beiden aufeinander gefalzten Teile zweifarbig erscheinen können. Die Maschine, die nach der amerikanischen Deckeranordnung erbaut ist, besteht aus zwei symmetrischen Hälften, von denen jede mit einem Doppelfalzgerät ausgestattet ist. Auch der Antrieb jeder Hälfte kann entkuppelt werden, so daß jede Maschinenhälfte allein laufen kann. Auf jeder Seite laufen drei Papierstränge in die Maschine. Die linke Hälfte, Abb. 17, druckt Zeitungen mit Abbildungen, die bis zu 32 Seiten in einfarbigem Schön- und vierfarbigem Widerdruck mit Draht geheftet hergestellt werden können. Unter Schöndruck versteht man die Drucke, die auf der Seite des Papierstranges liegen, die zuerst bedruckt wird, unter Widerdruck dagegen die Drucke, die auf der Gegenseite dieses Erstdruckes liegen. Aus dem Worte gegen = wider ergibt sich dieser Fachausdruck.

Die Zylinder dieser Maschine machen normal 14 000 Uml./h. Sie liefert mit einfachem Satz Platten von vier zu vier Seiten zwischen 52 und 96 Seiten sämtliche Erzeugnisse, ferner von zwei zu zwei Seiten in doppelter Leistung 26 bis 48 Seiten. Alle Erzeugnisse zwischen 14 und 24 Seiten werden gleichzeitig vierfach hergestellt; zwischen 2 und 12 Seiten werden die Seiten, wenn abgestuft in zwei zu zwei Seiten, achtfach mit 8 Satz Platten hergestellt, also in über hunderttausend Exemplaren in 1 h. Alle Zeitungen werden geklebt aus der Maschine geliefert, wozu 22 Längsklebeeinrichtungen dienen. Wie Abb. 17 zeigt, sind die beiden Doppelfalzgeräte mit Fördereinrichtungen ausgestattet, die die bedruckten Zeitungen vom Maschinenraum in die Expedition befördern, ohne daß nur eine Hand eingreifen muß. Die seitwärts vorgestoßenen Zählexemplare 25 oder 50 werden ohne Veränderung im Förderer weitergeführt, so daß im Expeditionsraum nach wie vor abgezählte Stöße vorhanden sind.

Das sogen. Magazin, das sich in den letzten Jahren in Deutschland weit verbreitet hat, verlangt neue Maschinengattungen. Dem feinen Mehrfarbdruck von der farbigen

Abb. 21
Tiefdruckmaschine.

Anzeige bis zum schwersten Doppelton-Autotypiedruck dient die von der Firma Koenig & Bauer, Würzburg, zum Druck des „Uhu" gebaute Mehrfarben-Umlaufmaschine, Abb. 18, Bildblatt 25. Sie hat sechs Farbwerke mit sechs Auftragwalzen. Alle Farbwerke sind abfahrbar und mit feinster Farbregelung und Farbverreibung ausgestattet. Das Falzgerät ist so gebaut, daß es die Erzeugnisse, in vier Reihen zu je 25 oder 50 Stück von 16 Seiten abgezählt in Größe des „Uhu" auslegt.

Eine neue Bauart von Mehrfarbenmaschinen, die ein Patent der Firma Koenig & Bauer darstellt, ist die seit der „Bugra" (1914) bekannt gewordene, aber erst in den letzten Jahren in Deutschland verbreitete Chromo-Rotationsmaschine „Iris", Abb. 19, Bildblatt 25. Sie soll tadellose originalgetreue Wiedergaben der künstlerischen Vorwürfe erzeugen. Früher wurde bei den vier Farben gelb, rot, blau, schwarz oder neutral so vorgegangen, daß man erst eine Farbe fertig druckte, sodann kam die zweite, dritte und vierte zum Druck. Zwischen jeder Farbe bestand ein zeitlicher Abstand, oft sogar von mehreren Tagen. Papierveränderung, Saaltemperatur, Eigenart der Maschine usw. beeinflußten den Passer. Die Farbgebung ließ oft viel zu wünschen übrig; manchmal mußte die letzte Farbe anders abgestuft, nicht selten sogar ein weiterer Ton überdruckt werden, um dem Original nur einigermaßen nahe zu kommen; oft war aber auch die ganze Auflage Makulatur. Um die erwähnten Übelstände aus dem Wege zu schaffen, die Stöße von Andrucken aus dem Druckraum zu beseitigen, die Ausschußziffer zu senken und eine wirklich wirtschaftlich arbeitende Mehrfarben-Druckmaschine herzustellen, mußte man die Maschine sämtliche vier Farben auf einmal drucken lassen; der Druck mußte fertig die Maschine verlassen; es mußte möglich sein, sofort, d. h. nach einigen Umdrehungen der Maschine, das Bild auf Originaltreue zu beurteilen, außerdem mußte die Maschine einen haarscharfen Passer aufweisen.

Alle diese Vorzüge hat die „Iris". Der zu bedruckende Bogen wird von einer Greifergruppe viermal so zur Druckstelle geführt, daß er immer genau um ein Viertel des Platten- und Druckzylinderumfangs später zur Druckstelle gelangt. Nach jeder weiteren Umdrehung kommt er demnach mit der nächsten Farbe zum Druck. Abb. 20 läßt den Umlauf des Bogens und das Versetzen des Bogens zu den einzelnen Farbplatten leicht erkennen.

Bei diesem neuen Verfahren kommt der selbst in Fachkreisen mißtrauisch aufgenommene Naß-in-Naß-Druck in Frage. Die ursprünglich gefürchteten Schwierigkeite des erwähnten Verfahrens in bezug auf die Farben wurde von den Farbchemikern restlos beseitigt. Heute sind di meisten Farbfabriken des In- und Auslandes in der Lag Irisfarben höchster Güte zu liefern. Die Farben müsse nur so abgestimmt sein, daß die folgende von der vorhe gehenden aufgenommen wird, ohne daß ein Abstoßen ode Rupfen stattfindet. Es ist eine Eigentümlichkeit des Iris druckes, daß die naß in naß gedruckten Farben ein feine Lüster zeigen und die den meisten Originalen eigene Ab stufung des Glanzes genau wiedergeben.

Die Tiefdruckmaschine

Seit der Zeit, da das Hamburger Fremdenblatt erst malig Tiefdruckillustrationen in einer Tageszeitun brachte, hat sich der Tiefdruck besonders in de letzten zehn Jahren für illustrierte Zeitungen und Zeit schriften, Reklamesachen usw. eingebürgert. Abb. 21 zeig eine bezeichnende Form einer solchen Maschine. Di außerordentliche Einfachheit des Farbwerkes (der Bilder zylinder badet in einem Farbtrog, wie in Abb. 3 und 4) sowie die Einfachheit in der Handhabung der Druckein stellung und des Druckvorganges überhaupt, haben viel z der großen Verbreitung dieser Maschine beigetragen. An fänglich waren diese Maschinen für Wasserfarben ein gerichtet. Der Nachteil der Wasserfarbe ist die leicht Verwisch- und Auflösbarkeit der Farbe bei Berührung mi der Hand. Unsre Farbindustrie brachte bald eine Ölfarb in den Handel, die eine besondere Schönheit und Weich heit der Bilder erzielen ließ, wie sie von Nordamerik her bekannt war. Um schnell arbeiten zu können, mu man für diese Farben rasches Trocknen verlangen, dami sie beim Widerdruck und dem Falzen nicht abschmiere Abb. 21 zeigt Heizschlangen, die dicht unter dem bedruckte Papierstrang liegen, Trockentrommeln, über die das Papie geführt wird, außerdem ein Rohrnetz für Gebläseluft. A der Maschine sind weiter Saugrohrleitungen angebracht die die expblosiblen Dämpfe der Ölfarbe absaugen, un Kühlleitungen, die Walzen und Farbe kühlen, damit jed Verdampfung der flüchtigen Bestandteile der Farbe vo und während des Druckes verhindert wird.

Bisher haben die Umlaufmaschinen für Mehrfarben tiefdruck noch verhältnismäßig wenig Anhänger i Deutschland gefunden. Von der Firma Rotophot und de Vorwärts-Druckerei, Berlin, liegen recht gute Leistunge in Mehrfarbentiefdruck vor. In Amerika ist diese

Fritz: Die neuere Entwicklung der Druckmaschinen

Abb. 17. 96-Seiten-Maschine für die dänische Zeitung „Politiken“.

Abb. 18. Magazin-Rotationsmaschine.

Abb. 19. „Iris“, Chromo-Rotationsmaschine für 4 oder 2 Farben.

Fritz: Die neuere Entwicklung der Druckmaschinen

RZ442Z22

Abb. 22. Mehrfarben-Tiefdruckmaschine.

RZ442Z23

Abb. 23. Offset-Buchdruckmaschine (Gummidruck) „Vomag".

RZ442Z24

Abb. 24. Vierfarben-Offsetmaschine für Bogendruck.

Maschinenart mehr verbreitet. Die Sonntagsbeilagen der großen Zeitungen mit Riesenauflagen werden in letzter Zeit in Mehrfarbentiefdruck hergestellt. Abb. 22, Bildblatt 26, zeigt eine der neuesten Maschinen, die zur Herstellung von Zeitungen und Magazinen mit je zwei Farben im Schön- und Widerdruck oder einer Farbe im Schön- und drei Farben im Widerdruck dient. Die Maschine ist für veränderliches Format und die verschiedensten Falze oder Ausgänge eingerichtet. Die Zeitungen können flach ausgelegt werden oder sie können in Teilen für vier verschiedene Ausgaben ausgeführt werden. Diese Maschinen liefern 12 000 Exemplare von der Größe der „Woche" mit je 16 Seiten in 1 h.

Auch im Bogentiefdruck hat die Mehrfarbmaschine Eingang gefunden. Der bekannte Druckfachmann Carl Schünemann, Bremen, hat eine Erfindung gemacht, in der er mehrere einzelne Bogentiefdruckmaschinen so zu einander anordnet und kuppelt, daß der bedruckte Bogen von der einen Maschine der folgenden Maschine zugeführt wird und hier durch Vorrichtungen neu gerichtet und angelegt wird. Gerade dieses Neuausrichten und Anlegen soll für die Passer der Drucke bei diesem Druckverfahren von Vorteil sein. Man hat dann die Möglichkeit, kleine Unterschiede in den Ätzungen, die die Stellung der Ätzung in bezug auf Seite oder Umfang oder auch in der Winkelung zur Zylinderachse betreffen können, durch Stellung der Marken auszugleichen.

Die sich mit Tiefdruck befassenden Erfinder streben dahin, den rakellosen Tiefdruck zu schaffen. Die überschüssige Farbe soll nicht wie jetzt mit einem Stahlmesser, dem Rakel, vom Bildzylinder abgeschabt werden, sondern man strebt darnach, nur die vertieften Näpfchen des Tiefdruckstockes, der nicht unbedingt eine Metallätzung sein muß, mit Farbe zu füllen und alle übrigen Stellen des Bildzylinders uneingefärbt zu lassen. Einem Berliner Erfinder, Wieland, ist es bereits gelungen, einen großen Schritt auf diesem Gebiete vorwärts zu tun. Da die ersten Versuche mit dem neuen Druckverfahren glänzende Ergebnisse zeitigten, baut die Maschinenfabrik Koenig & Bauer zur Zeit die erste Druckmaschine dieser Art und hat sich alle Vorrechte hierfür gesichert.

Die Gummidruck- oder Offsetmaschine

Der Hauptvertreter des Flachdruckes ist heute der Offsetdruck. Obwohl der Gummi- oder Offsetdruck zu den sogenannten mittelbaren Druckverfahren gerechnet wird, zählt er zum Flachdruck. Die Lage hat sich auf diesem Gebiete vollkommen verschoben. Der Steindruck hat in den letzten zwei Jahrzehnten infolge der Überlegenheit des Offsetdruckes stark an Raum verloren. Auch dort, wo die Wiedergabe von Entwürfen mit unscharfen Umrissen, wo Aquarelle, Packungen, rauhe Papiere usw. in Frage kommen, eignet sich der Offsetdruck vorzüglich. Für feine Schriftgrade und Linienzeichnungen, wie sie z. B. der Textteil der VDI-Zeitschrift darstellt, verwendet man Hochdruck mit besserem Erfolge. Die Anzeigen der VDI-Zeitschrift und die VDI-Nachrichten werden ganz im Gummidruckverfahren hergestellt. Durchweg sind diese Drucke auch bei rauhem Papier sauber ausgedruckt und gut lesbar.

Ein Zeichen, daß das Bestreben der Offsetdrucker dahin geht, auch Bücher im Offsetverfahren zu drucken, gibt die Maschine Abb. 23, Bildblatt 26, die die Vogtländische Maschinenfabrik, Plauen, nach Melbourne (Australien) geliefert hat. Vor allem dient sie zur Herstellung von zweifarbigen Zeitschriften. Sie liefert zweifarbig oder in drei Farben Schön- und in einer Farbe Widerdruck 10 000 Exemplare von höchstens 16 Seiten in 1 h. Jede Hälfte der Maschine hat einen 20 PS leistenden Motor, kann sowohl gekuppelt mit der andern Hälfte als allein laufen. Die Papierrollen sind mit den vorbeschriebenen Rollenantrieben ausgestattet, um eine ganz zwangläufige Beschickung der Maschine mit Papier zu erzielen, wobei sich rascher Lauf und seltenes Papierreißen ergeben. Die Papierbahn wird nach dem sogenannten Vierzylinderverfahren[1]) gleichzeitig von beiden Seiten bedruckt. Diese Maschine ist 18 m lang.

Wie im Hochdruck, so drängt auch im Offsetdruck das vierfarbige Bild nach einer Maschine, die das fertige Bild sofort liefert. Hier hat die Firma Vomag, Plauen, ein Muster, Abb. 24, Bildblatt 26, geschaffen, die Vierfarbbogen-Offsetmaschine. Vor allem fällt der große Gegendruckzylinder mit rd. 2 m Dmr. auf. Um diesen Zylinder herum sind die einzelnen Gummizylinder mit Farb- und Feuchtwerken gelagert. Nach einer Umdrehung des Gegendruckzylinders kann, wie bei der vorbeschriebenen „Iris", sofort die Gesamtwirkung des Farbendruckes geprüft werden. Da die vielleicht gewünschte Berichtigung sogleich bewerkstelligt werden kann, so wird bei diesen Maschinen der Ausschuß äußerst gering gehalten.

Es sei noch erwähnt, daß sich die feinen Chromopapiere, die auf der Druckseite eine Kreideschicht tragen, infolge des auf dem Plattenzylinder vorhandenen Wassers, das sich auch auf den Gummizylinder überträgt, nicht in Offsetmaschinen verdrucken lassen. Der Fachmann muß eben die für seine am häufigsten vorkommenden Arbeiten und Papiere bestgeeignete Druckart und Maschine zu finden wissen. Dies trifft ganz besonders bei den Mehrfarben-Druckmaschinen zu.

Außer der erwähnten Vierfarbenbogen-Offsetmaschine haben sich die Bogenoffsetmaschinen in der letzten Zeit wenig verändert. Der Blick der Konstrukteure war bei diesen Maschinen hauptsächlich auf Bogenanlage und Auslage gerichtet. Raschlaufende Anleger wie Rotary und Universal, sowie Stapelausgänge, die ein rasches Wechseln der Stapelwagen zulassen, suchten der leicht steigerbaren Druckgeschwindigkeit der Bogenoffsetmaschine nachzukommen.

Der Stein- und Lichtdruck hat in den letzten Jahren keine wesentlichen Neuerungen erfahren. [B 442]

[1]) DRP Nr. 202 612.

Kraftanlage für benzin-elektrische Triebwagen und Lokomotiven

Die Antriebgruppe der International Motor Co., New York, besteht aus einem Benzinmotor mit 6 Zylindern von 127 mm Dmr. und 152,4 mm Hub, der bis zu 160 PS bei 2100 Uml./min leistet, und einem Gleichstromerzeuger mit Fremderregung, der zwei Fahrmotoren speist. Die Nennleistung des Stromerzeugers ist mit 95 kW verhältnismäßig hoch bemessen, damit der Stromerzeuger bei allen Drehzahlen die Leistung des Benzinmotors aufnehmen kann und beim Anfahren keine zu hohen Drehzahlen auftreten. Die Kühlanlage des Benzinmotors besteht aus einem Kraftwagenkühler am Motor, einem Rippenrohrnetz, das auf dem Dach des Fahrzeuges angebracht wird, und aus einem großen Sammelbehälter in Höhe der Motorzylinder. In diesem Behälter läuft das gesamte Kühlwasser beim Stehenbleiben oder bei Leerlauf des Motors zusammen, so daß es in den Rohren auf dem Dach nicht einfrieren kann. Bei Leerlauf erzeugt die Umlaufpumpe für das Kühlwasser nur geringen Druck, so daß sie das Wasser nur zwischen Motor und Sammelbehälter umwälzt. Dadurch wird das Warmwerden des Motors nach dem Anlassen beschleunigt. Ein durch die Auspuffgase betriebenes Strahlgebläse saugt die erwärmte Luft vom Kühler und von der ganzen Auspuffleitung ab. Dieses Gebläse saugt bei der Nennleistung des Motors rd. 170 m³/min an und hat den Vorteil, daß sich seine Leistung stets gemäß der Leistung des Motors ändert. Mittels einer solchen Antriebgruppe kann ein vierachsiger Triebwagen für 75 Sitzplätze bei 22,5 m Länge angetrieben werden, indem man zwei Fahrmotoren von je 65 PS anschließt. („Automotive Industries" 7. April 1928 S. 544/48). [N 1572] H.

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt

Prof. H. Oberth, Mediasch (Rumänien), hat sich in einer langen Zuschrift gegen den obigen Aufsatz von Prof. H. Lorenz, Danzig, in Z. Bd. 71 (1927) S. 651 gewandt, deren Inhalt Prof. Lorenz auf unsre Bitte hin in einem Nachtrag, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1236, behandelt hat. Auf Ersuchen des Herrn Einsenders geben wir noch bekannt, daß seine Zuschrift im vollen Wortlaut in den Heften vom November und Dezember 1927 der „Rakete", Zeitschrift des Vereines für Raumschiffahrt, E. V., Breslau, abgedruckt ist. [N 1549] Die Schriftleitung.

Gutermuths Werk über die Dampfmaschine[1])

Die nachfolgenden Ausführungen sind auf Wunsch der Schri
leitung einem Briefe Prof. *Riedlers* an *Gutermuth* entnommen und mitgeg
seitiger Zustimmung als Buchbesprechung benutzt. Die Schriftleitung

„Ihre vier Bücher von der Dampfmaschine wollte ich so gründlich durchsehen, daß keine Zeile, kein Bild unverstanden bleibt, wozu ich sehr vorbereitet war: durch vieljährige Gemeinschaftsarbeit mit Ihnen in München, Aachen und Paris, so daß mir auch Ihre Art zu denken und darzustellen ganz bekannt war, außerdem vorbereitet durch Kenntnis der Sache, mit der ich mich selbst jahrzehntelang befaßte, so daß ich in Rechnungen oder Abbildungen mit einem Blick erkenne, was sie erklären sollen.

Absichtlich habe ich Inhaltsverzeichnis und Vorwort nicht gelesen, um zuerst Ihre Leistung, nicht Ihre Absichten zu erfahren.

Nun meine ich, Ihnen und Ihrem Werk dadurch am besten zu dienen, daß ich deutlich berichte, wie es mir bei dieser genauen Durchsicht ergangen ist:

1. Band: Allgemeiner Teil, Grundlagen und Berechnungen
(mit 992 S. und mehr als 1230 Abb.)

Besonders erfreute mich die große Klarheit in Darstellung und Bildern sowie das Zusammenfassen aller Grundlagen, nicht nur von Dampfmaschinen, sondern mit Recht und Erfolg auch der Luft (Diesel)maschinen, sowie Ihre Auffassung des zweiten Hauptsatzes im Zusammenhang mit Energieaufwand für Großgefälle, nicht aber als Sache einer Wahrscheinlichkeit, nach dem Vorgang Boltzmanns.

Dieses Zusammenfassen von Grundlagen und Gestaltungen ist das einzig richtige, nicht aber das Ableiten von Berechnungen aus einzelnen „Lehrsätzen", die doch nicht einzeln gelten, sondern stets gleichzeitig gebieten, auch wenn sie zu einander widersprechenden Folgerungen und dann zu Annahmen führen, deren Zwang den Lernenden ohne das Zusammenfassen mit den Gestaltungen doch nicht verständlich wird.

Nach gründlicher Durchsicht dieses ersten Bandes, ohne Kenntnis des beabsichtigten Inhalts der folgenden Bände, konnte ich mir für diese einen ausreichenden Inhalt ohne weiteres nicht vorstellen, so umfassend und vollständig ist Ihre Darstellung. Das Gegenteil hat sich aber ergeben: die folgenden Bände haben sich immer inhaltsreicher und unentbehrlicher erwiesen.

2. Band in zwei Teilen: Ausgeführte Gestaltungen
(389 S. mit mehr als 500 Abb. und 68 Taf.)

Wieder erfreute mich die zusammenfassende Darstellung, die vorbildliche Klarheit, die stets das Wesentliche von Beiteilen und Anschlüssen deutlich trennt, auch die einheitliche Verbindung der Darstellung mit den längst allein entscheidenden dynamischen Wirkungen und Forderungen, so daß eine in keinem Werk über Maschinenwesen erreichte klare Übersicht über Teile und Gesamtanlagen sowie starke Lehrwirkung der Darstellung erzielt, also der Zweck der Bücher voll erreicht ist. Die Fähigkeit der Vorstellung und ihres zeichnerischen Ausdrucks werden im Nachwuchs wegen der Fehler der Schulung überall und zunehmend immer schlechter; die Kunst der zeichnerischen Sprache im Ursinn des Wortes „techne" droht ganz verloren zu gehen, zugunsten von erfahrungs- und ausdruckslosem Gerede. Um so mehr freut es mich, daß Sie Ihre zeichnenden Mitarbeiter zu so einheitlicher, mustergültiger, klarer Darstellung bringen konnten.

Auch bei diesem zweiteiligen Bande war der erste Eindruck der: der erste Teil ist so reich, daß für den zweiten kein ausreichender Inhalt erübrigt schien, er ist aber gerade im zweiten Teil durch die Gesamtbilder besonders lehrreich. Auch nach diesem 2. Band habe ich mich gefragt, was der dritte wohl noch zu bringen vermöchte. Kennzeichen der endlosen Entwicklung unsrer Technik, da der 3. Band das Wichtigste bringt.

(254 S. mit mehr als 300 Abb., 31 Zahlentafeln und
18 Diagrammtafeln)

Dieser Teil bringt die Wirkungen, aber auch deren Auswertung, die Erfüllung der Zwecke, um derentwillen die Gestaltungen und Betriebe geschaffen wurden. Alle Technik ist nur Mittel zu diesem voraus gewollten Zweck. Und im Gegensatz zu allen Berufen, die sich überhebend „geistige" oder „höhere" nennen, ist die Techn
der einzige Beruf, der alle Wirkungen seines Tuns od
Lassens, auch jederzeit voll verantwortet und g
währleistet!

Auch dieser, der wichtigste Band, ist vorzüglich, vo
bildlich klar, insbesondere durch das Auswerten der zal
reichen Versuchsergebnisse in zusammenfassen
Diagramme, die eine noch nie erreichte Übersicht über d
bisherigen Leistungen ergeben: dem Fachmann eine we
volle Übersicht, dem Lernenden ein wichtiger Leitfade
der u. a. auch die Zahlentafeln Hrabáks entbehrli
macht und gestattet, Berechnungen auf Ergebnistatsach
zu gründen, auf vielseitige, verdichtete Betriebs- und Ve
suchsergebnisse, statt auf Annahmen.

Das Zusammenfassen der eigenen und der Versuche d
Bayerischen Revisions-Vereins ist völlig klar, nur wäre
wünscht, daß viele Paradeversuche nur als Ausnahmefäl
hervorträten. Ihre Art des Auswertens der Versuche
weist sich zweifach als überzeugend.

Erstens: Die Entropie ist nur ein Rechnungswe
ohne jede anschauliche Grundlage, aber in den Entropi
diagrammen sind der Wärmelauf, seine Grenzen und Wer
viel übersichtlicher und sogar anschaulicher erkennbar, a
aus den Volumen- und Spannungsdiagrammen, die früh
ausschließlich benutzt wurden, weil diesen noch die drit
Funktion, der Temperaturlauf, hinzugefügt werden mu
das zwingt zu einer räumlichen oder sonst umständlicher
Darstellung, während die Entropie alle drei Funktione
einschließt und besonders deutlich, sogar anschaulich, d
Verwickelte zeigt: die Überhitzung, die Grenzen f
Sattdampf und den entscheidenden Einfluß wiede
holter Zwischenüberhitzung.

Zum zweiten: Sie haben erstmalig die vielen Me
zahlen richtig und übersichtlich voll ausgewertet, a
gleichen Grundwert, auf 1 kg Frischdampf bezogen, w
einige tausend Umrechnungen erforderte! Aber nur hie
durch konnte Klarheit in die vielen Verbrauchsmessu
gen an Dampfmaschinen gebracht und die Betrieb
wertung geklärt werden, während die Leistungswertu
vorher zu einseitig nur nach geringen Verbrauchzahlen streb
und diese zu einseitig deutete; daher wurde die Überfül
an Dampfmaschinenversuchen auch nur einseitig oder g
nicht ausgewertet, zum Schaden des wissenschaf
lichen, wie des Betriebsfortschritts.

Die einseitige und unfruchtbare Überfülle der Damp
maschinenuntersuchungen zeigt sich insbesondere an d
Menge der von Ihnen einheitlich ausgewerteten Ergebniss
zwischen denen kaum Grenzwerte zu ermitteln sind. Se
begreiflich, da bei der bisherigen, einseitigen Richtung, n
nach geringem Verbrauch zu streben, jeder seinen eigene
einseitigen Weg gehen konnte, z. B. Wesentliches, wie Übe
hitzung, jede nachträgliche Wärmezuführung in den ang
strebten Paradezahlen verschwand. Sie haben den müh
samen, aber einzig richtigen Weg beschritten, die Versuch
zahlen richtig und übersichtlich voll auszuwerten. Dies
Zusammenfassen und Auswerten der viele
(549!) Versuche in übersichtlichen Diagrammen ist zugleic
mächtige Hilfe für Lehrende und Lernende, sowie groß
Zeitersparnis für diese; aber zugleich Ihr hohes Verdien
für die wissenschaftliche Weiterentwicklung, nicht nur d
Dampfmaschine, auch aller Wärmekraftmaschinen.
kennzeichnet deutlich die wesentlichen Unterschiede sow
die Gesetzmäßigkeiten der Wirkungen bei Betrie
mit Sattdampf oder überhitztem Dampf. Dieses Auswerte
kann auch zuverlässig als Grenze dienen für Gewäh
leistungen, für Werte von Leistung und Verbrauch, vi
besser als die zahlreichen Paradeversuche an hergerich
teten Maschinen, unter günstigsten, im Durchschnitt n
erreichbaren, vorteilhaftesten Belastungen und Geschwi
digkeiten.

Sie sowie Ihr Mitarbeiter Prof. Watzinger u
alle Teilhaber an der jahrzehntelangen riesigen Arbe
haben sich um die Sache Größtverdienste erworben; den
es gibt auf keinem der vielen wichtigen Gebiete der Techni
eine gleich umfangreiche, alles Wesentliche zusamme
fassende, einheitliche Darstellung eines so wichtigen G
bietes, wie sie es hier mit den Dampfmaschinen vollbrach
haben. Zusammenfassend, insbesondere in voller Einhei
alle Grundlagen, Gestaltungen, alle wesentlichen Wirkunge

[1]) M. F. Gutermuth, Die Dampfmaschine, Berlin 1928, Julius Springer. 3 Bände (4 Teile), 1635 S. mit mehr als 2000 Abb. im Text, 86 lithogr. Taf. u. 31 Zahlentafeln. Preis 300 ℳ.

und insbesondre deren Auswertung. Hierfür müssen ihnen alle Fachleute wie Lernende großen Dank zollen.

Auch dem Verleger, dem Unternehmer, gilt diesmal ganz besonderer Dank, daß er, gegenüber der wachsenden, unvermeidlichen Fülle standgehalten und an musterhafter Ausstattung dennoch nicht gespart hat.

Sie werden aber wohl selbst meine Meinung teilen, daß Sie außer dem erwähnten Dank der Sachkundigen und derer, die es werden wollen, für Ihre jahrzehntelange Aufopferung nicht nur keinen Ersatz zu erhoffen haben. Vielmehr liefen Sie Gefahr, wenn Sie Ihre vier Bände vorerst fertiggestellt hatten, dann überhaupt keinen Verleger mehr zu finden, gerade deshalb, weil das Werk, so zusammenfassend und auswertend, sehr umfangreich, aber einzig wertvoll geworden ist.

Das gibt Anlaß einiges über

Verlag, Riesenarbeit und Entschädigung

hinzuzufügen: einerseits die Leistung und Aufopferung, anderseits Zeit und Kosten, die Lehre und Fach durch solche Darstellung sparen; dabei aber das Fehlen jeder Entschädigung für eigene Zeit, Mühe, Arbeit und eigene Kosten, jedoch das sichere Versagen des Ganzen, wenn das hohe Ziel, das des Schweißes der Erfahrenen und Aufopferungsfähigen wert ist, von vornherein erstrebt worden wäre.

Zunächst der böse Zirkel: die technischen Werke sind schwierig und teuer, weil der Fortschritt in Einsicht und Erfahrung so riesig rasch läuft; die Auflage aber ist klein, weshalb die Kosten sehr hoch anwachsen. Und dazu eine Überlieferung, die aus Urzeiten stammt, als Bücher Kostbarkeiten weniger Gelehrter waren, aber noch jetzt inmitten völlig veränderter Zeit den Stolz des Buchhandels bildet.

Der Sortimenter hat das Buch, das man wünscht, zumeist nicht; er erklettert vielleicht gar eine Leiter, um dies festzustellen, verspricht dann, die Ware, die man sonst stets vorher zu sehen bekommt, zu „besorgen“, meist nur gegen schriftlichen, vor Ansicht der Ware bindenden Bestellschein. Für diese „Leistung“ erhält er bis zu ein Drittel des Ladenpreises, abgestuft, je nachdem er selbst am Kram teilnimmt, ob er gegen bar bestellt, oder fest, oder auf Ziel.

Dabei kennen weder Verleger noch Händler den wirklichen Wert der Ware, sie schätzen ihn nur nach Wahrscheinlichkeit des Absatzes, des Aufsehens, und ähnlichen Äußerlichkeiten. „Gutgehende“ Bücher werden nach Verkauf der Auflage unverändert neu gedruckt, wofür es jetzt billige Verfahren gibt, mehrmals hintereinander, ohne das sich dem Verfasser Gelegenheit bietet, den Sachinhalt dem raschen Fortschritt anzupassen, so daß das Werk durch den Unternehmer entwertet wird. Für schlechter gangbare, meist abgeschriebene Werke, hingegen wird so mächtig geworben, daß wenigstens eine Zweitauflage zustandekommt, und die unfruchtbare Hochflut der Fachliteratur vermehrt, streng getrennt nach Sodergebieten, die voneinander nichts wissen!

Hier wäre Anlaß, daß die Ingenieure diese ererbten, versteinerten Zustände verbesserten in dem Sinne, wie es durch Ihr zusammenfassendes Werk über Dampfmaschinen vorbildlich gegeben ist: Zusammenfassen nicht nur der Grundlagen und Gestaltungen, auch Auswerten der Wirkungen und Erfahrungen, sonst sterben die Werke rasch ab.

Kostbare Zeit könnte gespart werden: allen Fachleuten, allen Lehrenden und Lernenden, wenn alle Hauptgebiete des riesigen Maschinenwesens so bearbeitet vorlägen wie Ihre Dampfmaschine, aber wegen des rasend eilenden Fortschritts immer laufend erneuert! Das wäre fruchtbringender als das endlose Aufstapeln von längst unübersichtlich gewordenen Sonderfächern, ohne Verarbeitung der Zusammenhänge und Ergebnisse; auch fruchtbringender als der jetzige Zustand, daß an allen Schulen das gleiche gelehrt wird, im Gegensatz zu dem in der Technik notwendigen Grundsatz des Teilens der Arbeit, gleichfalls fruchtbringender als der leider oft übliche Geheimkram, selbst innerhalb der eigenen Industriezweige, in denen hinter benachbarten Türen gleiche Erfahrungen, streng gehütet werden.

Kostbare Zeit zu sparen, wäre die Hauptsache; denn die Leitenden müssen jetzt wegen des rasend eilenden Fortschritts immer mehr Übermenschen werden, und die Lernenden werden zu alt, bevor sie Mitarbeit leisten können, und müssen doch bald anstelle der jetzt Leitenden treten! Statt grundlegend zu bessern, wird aber nur die Flut der Fachliteratur vermehrt, scharf nach Sondergebieten getrennt, die trotz aller Mühe und Kosten doch mit einem Nacheilen von wenigstens einem Jahrzehnt belastet ist und unfruchtbar bleibt, weil das Zusammenfassen und Auswerten der Ergebnisse fehlt.

Was fehlt?

Nach beendigter gründlicher Durchsicht Ihrer vier Bände Dampfmaschinen drängt sich indes der Eindruck mächtig auf: gewaltige Zweige der Dampfmaschinen und ihrer eigenartigen, hohen Leistungen: Dampfmaschinen für den Verkehr, Lokomotiven, Schiffsmaschinen, die Dampfmaschinen für Bergbau, aus dessen Bedürfnissen die ältesten Dampfmaschinen hervorgegangen sind, Hütten-Dampfmaschinen und viele kennzeichnende Sonderverwendungen sollten ebenso zusammenfassend bearbeitet werden. Über diese vielen Gebiete der Anwendung der Dampfmaschinen gibt es zwar vielbändige Werke, jedoch keines, das Grundlagen, Gestaltungen und Erfahrungen zu einer Einheit, auch im Auswerten der Ergebnisse zusammenfaßt, wie Ihr Werk.

Kennzeichnend für das in den „Dampfmaschinen“ verlebendigte Maschinenwesen ist diese Vielheit und endlose Gestaltungsfähigkeit. Kennzeichnend auch die Tatsache, daß z. B. für die Lokomotiv-Dampfmaschinen erst im kommenden Jahr das Jahrhundert sich rundet, mit dem die öffentliche Geschichte des Siegeslaufs der Dampfmaschine begann, mit der Wettfahrt bei Rainhill. Auch die Schiffsdampfmaschine ist nicht älter; denn Foulton und andre Vorgänger zählen nur zur Urgeschichte dieses Zweiges des Maschinenwesens. Diese Gebiete lagen außerhalb Ihrer Absicht der Darstellung; sie sind hier nur wegen des unendlichen Gesamtbildes nur eines Zweiges des verlebendigten Maschinenwesens kurz gestreift.

Eine empfindliche Lücke Ihrer Darstellung und Zusammenfassung ist jedoch aufzuweisen: Der Betrieb der Dampfmaschinen, fehlt, zugleich die Kennzeichnung der Raschläufer, auch wieder zusammenfassend, mit Erfahrungen der Motorbetriebe, einschließlich der Leichtmotoren; denn es ist selbstverständlich, daß die reichen, eigenartigen Erfahrungen auf den Motorgebieten auch die Dampfmaschine neu beleben werden. Nachdem Sie Jahrzehnte Riesenarbeit, ohne andre Entschädigung als die eigene Freude am Werk aufgewendet haben, sollten Sie selbst diese Lücke füllen und dadurch Ihr großes Werk krönen. Der Hinweis auf Radinger und seine Vorgänger kommt z. B. in Ihrem Buch nicht vor!

Nicht einverstanden bin ich mit Ihrer Ansicht, die Sie in der ersten Zeile des Vorworts aussprechen: die Dampfmaschine stehe jetzt am Ende ihrer Entwicklung. Im Gegenteil; die Entwicklung für Höchstleistungen fängt jetzt erst an! Selbst wenn zunächst der Hochdruck nicht einbezogen würde. Ich habe es in meinem Ingenieurdasein schon dreimal erlebt, daß die Dampfmaschine totgesagt wurde; immer ist sie zu größerer Vollendung neu erstanden. Sie sind jünger, Sie können und werden das gleiche mindestens noch einmal erleben!

Eine allgemeine Übersicht fehlt, die für jeden Gebildeten verständlich ist, und die fühlbarste Lücke im technischen Schriftwesen füllen könnte, zum Nutzen des Fortschritts, der Allgemeinheit und der Technik selbst. Allgemeine Übersichten, zunächst über Dampfmaschinen, dann über andre Gebiete der verlebendigten Technik, schließlich über die gesamte Technik; sie würden allerdings schwierigere Überlegungen erfordern als Fachbuchwerke, die durch den Zwang der Tatsachen ihr Gepräge erhalten, während es für eine allgemeine Übersicht sehr schwierig ist, aus der Überfülle der Technik nur das Wesentliche und die Zusammenhänge so herauszuschälen und zu begründen, daß alles genügend vollständig, überzeugend und verständlich wird.

Kleine Bändchen von weit unter 100 Seiten müßten genügen, alles wesentliche klar darzustellen. Ich würde Ihnen solchen Vorschlag gar nicht machen, wenn ich nicht selbst schon denkende Vorarbeit gemacht und mich überzeugt hätte, daß solche allgemeine Übersicht vollständig möglich ist. Die Überlegungen, die dieses Ziel rechtfertigen, sind sehr einfach und zwingend: Ihr großartiges Werk über Dampfmaschinen wird ebenso wie andre Fachbücher doch nur von Sonderfachlern gelesen und gewürdigt. Es sollten aber alle Ingenieure, Ingenieure jeder Richtung, selbst jeder Fachmann irgendwelcher Richtung, die „Dampfmaschinen“ als Beispiel der mächtigsten Umwälzung der Welt durch verlebendigte Maschinen und dadurch die Technik überhaupt kennen lernen, um die neu erstandene Welt zu verstehen, statt durch Gerede und Schlagwörter über die neue Welt sich selbst zu täuschen.

Jetzt herrscht, inmitten der durch die Technik völlig umgewandelten Welt, gröbste Unkenntnis und Mißachtung der Technik, aber nur infolge Schuld der Techniker, weil sie ihre Kunst nie verständlich bekanntgegeben haben, immer nur für Fachleute, gar nur

für Sonderfachleute schreiben, während sogar die Sprache ihres Fachwesens in weiten Kreisen überhaupt nicht verstanden werden kann.

Viele Gebildete möchten sich jedoch über Technik belehren, ohne deshalb in viele Facheinzelheiten eindringen zu müssen. Noch mehr sollten und müßten die Herrschenden, die in der Welt Entscheidenden, zu denen Techniker nie gehören, wieder nur durch ihre Schuld, die allgewaltige Technik kennen lernen: Juristen, Verwalter, Minister, Abgeordnete usw. Sie können es aber nicht, auch wenn sie danach strebten, weil die Techniker nur in ihrer Fachsprache und fast nur über Sonderfächer sich mitteilen, der überwiegenden Menge der Gebildeten überhaupt nicht verständlich.

Ich habe, trotz günstiger Vorbereitung, für die Durchsicht Ihrer vier Bände Dampfmaschinen 14 Tage, je 2 Stunden täglich, gebraucht, aber Morgenstunden, völlig frei von Störungen, frei von Umschaltverlusten durch Fernsprechen oder Gedankenwechsel.

Kein Leitender kann je diese Zeit aufwenden, kein Lernender in dieser Zeit die Sache erfassen, da ihm zunächst die Erfahrung fehlt. Auf den Nachwuchs kommt aber alles an; er muß bald zu Mitarbeit erwachsen. Ihr großes Werk wird daher zunächst nur von ‚Spezialisten' gelesen werden, während sein Sachinhalt allen dienen soll; es sollte der Technik überhaupt zur bisher versagten allgemeinen Anerkennung verhelfen.

Ein Übersichtsbändchen fehlt. Sie wären imstande, es zu schreiben, nie ein Unerfahrener, der nur zusammenstellt und damit die wertlose Hochflut bedruckten Papiers vermehrt. Falls Sie sich dazu entschließen, bin ich gern bereit, Mitarbeit zu leisten, und zwar ohne jegliche Ansprüche. In diesem Übersichtsbändchen, das aber ständig zu erneuern wäre, könnten, ohne die 100 Seiten zu überschreiten, auch Ausblicke auf das Kommende beigefügt werden. Vollenden Sie also Ihre große Arbeit, einerseits durch den Zusatz über Betrieb und Raschlauf und, für die Allgemeinheit der Gebildeten verständlich, durch ein Übersichtsheft über Dampfmaschinen als Beispiel des verlebendigten Maschinenwesens.

Die Richtlinien für diese Übersicht sind durch Ihr eigenes Werk gegeben, durch seinen reichsten Teil, den letzten Band, der das Auswerten der Betriebsergebnisse bringt. Sie haben aus mehr als 500 Dampfmaschinen-Untersuchungen zusammenfassende Übersichtsdiagramme entwickelt, aber nicht aus Meßzahlen, die nur den Einzelheiten entsprechen, sondern aus den Messungen sind einige tausend Betriebswerte ermittelt, aus den Versuchstatsachen! Das ist bisher nicht oder nicht au[s]reichend geschehen, weil das Streben in der Technik [zu] sehr auf Teilleistungen und Paradezahlen zugeschnitt[en] war, leider oft nur unter Führung von Firmen. Eine U[n]summe von Tatsachen aus Versuchen harrt noch ihr[er] Auswertung, wozu aber gerade die kostspieligen P[a]radezahlen oft ganz unbrauchbar sind!

Das sachrichtige Auswerten ist auch in d[er] Kältetechnik nicht ausreichend durchgeführt; die V[er]suchstatsachen bleiben dadurch unwirksam, weil unaus[ge]wertet, zum Schaden des sicheren Fortschritts, der n[icht] bloßer Fortschritt in den Mitteln sein darf, sondern a[lle] Mittel dienen nur Zwecken; nicht Teilleistungen entsch[ei]den, sondern die Ursachen von Erfolg oder Verlust, Wer[t]bestimmung und ihre Urgründe entscheide[n], nicht aber Mittel und Teilleistungen.

Das Übersichtsbändchen braucht nur diesen Weg [zu] gehen, um Erfolge oder Rückschläge auch geschich[t]lich zu klären. Auch die Geschichte hängt zu sehr [an] Mitteln; an Formen und Teilleistungen. Es müssen ab[er] die Grundursachen des Wandels der Formen u[nd] Mittel der Dampfmaschine klargelegt werden, um den we[lt]umwälzenden Siegeslauf der Dampfmaschine, in wenig[en] Jahrzehnten vollbracht, zu klären.

Die wahren Marksteine der Entwicklung, v[on] einseitigen Betrachtungen der Mittel und Teilleistungen [be]freit, dafür die Gesamtleistungen und Zusammenhänge v[on] hoher Warte aus sach- und zweckrichtig ausg[e]wertet, sind außerordentlich deutlich, einfach und le[hr]reich und weisen die Grundursachen von Erfolg oder V[er]lust auf. Hierauf kommt es an, nicht auf die Mittel, ni[cht] auf Teilleistungen oder Erstverdienste von Firmen.

In diesem Sinne, die Grundursachen aufzuzeigen, [bin] ich, wie erwähnt, bereit, Mitarbeit zu leisten, umso leich[ter] und wirksamer, als ich alles wesentliche längst überle[gt], aber nie veröffentlicht habe, inmitten der einseitigen Ri[ch]tungen der getrennten Sonderfächer und dem Streben, Te[il]leistungen durch Paradezahlen anzupreisen. Diese e[in]seitigen Richtungen wollte ich meiden, die den zusamme[n]fassenden Ursachen aus dem Wege gehen, sich mit völ[lig] getrennten Sonderfächern begnügen, mit Massenversuch[en] ohne Auswerten, mit wirklichkeitswidr[i]gen Annahmen, auf geschichtlichem Felde sich m[it] Firmen, Personen und Lob der Unternehmer begnügen, w[o]bei entscheidende Fehler und ihre Folgen überhaupt n[icht] geklärt werden, daher auch zu wenig Lehrreiches, s[o]selbst Begründendes geboten werden kann.“ [N 1424]

Wien, im März 1928 A. Riedle[r]

Paul Bilfinger †

Geboren am 15. Mai 1858 in Bern, gestorben am 4. Januar 1928 in Mannheim.

Mit Paul Bilfinger ist einer unsrer bekanntesten Bauingenieure dahingegangen. Der Verstorbene erhielt seine allgemeine Schulbildung in Pforzheim und Stuttgart, seine technische Bildung an der Stuttgarter Hochschule. Im Jahre 1887 bestand er die württembergische Prüfung als Regierungsbaumeister. Von da ab betätigte er sich bei der Bauunternehmung Bernatz & Grün in Mannheim, um dann nach dem Ausscheiden von Bernatz mit Grün zusammen die Baufirma Grün & Bilfinger ins Leben zu rufen, die seit 1906 als Aktiengesellschaft besteht und deren Generaldirektor er war.

Den gründlichen Kenntnissen, dem technischen und geschäftlichen Wagemut Bilfingers, der gerade dann persönlich eingriff, wenn scheinbar unüberwindliche Hindernisse auftraten, verdankt seine Firma in erster Linie ihren bedeutenden Ruf, den sie seit langer Zeit innerhalb und außerhalb unsres Vaterlandes genießt. Ihr Arbeitsfeld umfaßt räumlich ganz Europa und überseeische Länder und fachlich alle Aufgaben des Bauingenieurwesens: Brücken- und Tunnelbauten, Häfen und Eisenbahnen, in geringerem Maß auch Ingenieurhochbauten.

Besonderen Ruf erwarb sich die Firma unter dem Verstorbenen durch umfangreiche Brückenbauten, vor allem die Mitarbeit bei den meisten neueren Rheinbrücken. Die Gründung und der Aufbau der Pfeiler und Widerlager selbst unter den allerschwierigsten Verhältnissen war ein Sondergebiet Paul Bilfingers. In großen Wettbewerben war seine Firma oft Preisträger, und so hat er viel da[zu] beigetragen, den Ruf der deutschen Ingenieurbaukunst [im] In- und Auslande zu mehren. Neue Wege beim Ausführ[en] verwickelter Ingenieurbauten sind von ihm besonde[rs] durch Verwendung maschineller Einrichtungen gesucht u[nd] gefunden worden.

Sein Wirken galt nicht nur seinem Unternehmen. D[ie] deutschen Bauingenieure haben ihm rege Mitarbeit [in] ihren großen Vereinigungen, so im Beton-Verein, in d[er] Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, im Bet[on-] und Tiefbau-Wirtschaftsverband zu danken, ebenso an[dere] Körperschaften, wie die Mannheimer Handelskammer u[nd] das Deutsche Museum.

An mannigfachen Ehrungen hat es ihm nicht gefe[hlt]. Er wurde zum Königl. Württembergischen Baurat, v[on] der Technischen Hochschule Stuttgart zum Dr.-Ing. E. [h.], von der Technischen Hochschule Karlsruhe zum Ehr[en]bürger ernannt. Diese Würden vermochten nicht, aus i[hm] etwas andres zu machen, als was er an Charakter von Ha[us] aus war: ein vornehmer, gütiger und bescheidener Mens[ch], ein Mann von warmem sozialen Empfinden, dessen Wirku[ng] auf seine Untergebenen sich in den schlichten rühren[den] Abschiedsworten ausprägte, die ihm ein Vertreter sei[ner] Arbeiterschaft am Grabe nachrief „Er war unser Baura[t]“.

Verein deutscher Ingenieure,
Mannheimer Bezirksverein e. V.

Mannheim [P 1341] Fröbe[r]

Die molekulartheoretischen Grundlagen der Festigkeitseigenschaften des Werkstoffkornes

Sichtbarmachung molekularer Höchstspannungen in verformten Kristallen[1])

Von Adolf Smekal, Wien.

Werkstoff und Einkristall. Die beiden Eigenschaftsgruppen der Kristalle. Kristalleigenschaften und Gittertheorie. Die Festigkeitseigenschaften des „Idealkristalls" und des „Realkristalls". Verfahren zur Erforschung des Molekularbaues der Realkristalle. Lichtelektrischer Nachweis von Lockerstellen im Bau der Realkristalle. Sichtbarmachung des Zusammenhanges zwischen Lockerstellen und Festigkeitseigenschaften. Die Ursachen der Plastizität und Verfestigbarkeit des Realkristalles. Folgerungen aus dem Lockerbau der Realkristalle.

Werkstoff und Einkristall

Die meisten von den wichtigeren Werkstoffen — Metalle wie Gesteine — sind aus sehr zahlreichen, wechselnd gelagerten und miteinander verwachsenen Kristallkörnern aufgebaut. Die Festigkeitseigenschaften solcher Körper sind demnach auf jene des Einzelkornes und auf den Einfluß des Körnerverbandes zurückzuführen. Welcher von diesen beiden Umständen dabei die überwiegende Bedeutung hat, lehrt das Ätzbild eines kaltverformten Metallstückes oder seine beim gewöhnlichen technischen Zerreißversuch entstehende Bruchfläche. Man findet stets die Kristallkörner unter Gleitebenenbildung verformt, wogegen Verschiebungen längs der Korngrenzen zurücktreten; die Bruchflächen verlaufen durch die Einzelkörner hindurch, eine Freilegung von Korngrenzen unterbleibt. Die Widerstandfähigkeit der Kristallkörner ist auch bei Temperaturen, die oberhalb der Rekristallisationsschwelle gelegen sind, vielfach noch erheblich geringer als jene der zwischenkristallinen Korngrenzenverwachsungen; Bewegungen längs der Korngrenzen[1a]) und zwischenkristallinen Bruch[2]) scheint man bisher nur in Einzelfällen[3]) oder aber in unmittelbarer Nachbarschaft des Schmelzpunktes[4]) gefunden zu haben.

Das einzelne Werkstoffkorn ist es also, dessen Verhalten den Festigkeitseigenschaften der kristallinen Werkstoffe ihr besonderes Gepräge verleiht. Jede Einsicht in das Wesen dieser Eigenschaften und die Möglichkeiten ihrer willkürlichen Beeinflussung ist somit an die Notwendigkeit geknüpft, Wesen und Beeinflußbarkeit der Festigkeitstatsachen zunächst für das einzelne Kristallkorn klarzustellen. Die bisherigen, durchaus unzulänglichen Bemühungen um diese Aufgabe haben sich darauf beschränkt, Annahmen mehr beschreibender Art ausfindig zu machen, die auf die Wiedergabe der Festigkeitseigenschaften und der Verfestigungserscheinungen allein zugeschnitten sind, so daß sie den mit der Festigkeit zusammenhängenden, andersartigen Kristalleigenschaften gegenüber notwendigerweise versagen mußten. Die Frage nach der Natur der Festigkeitseigenschaften des Einzelkristalles darf daher künftighin nicht mehr als eine Angelegenheit eines in sich abgeschlossenen technologischen Wissensgebietes oder gar nur der engeren Metallkunde angesehen werden. Ich zähle sie im folgenden zu den grundsätzlichen Fragen der allgemeinen Kristallphysik und fordere, daß ihre Beantwortung mit allem übrigen Wissen vom Bau und von den Eigenschaften der Kristalle zusammenstimmt[5]).

Die in den folgenden Abschnitten angestrebte Einsicht in die Natur der Festigkeitseigenschaften des Einzelkristalles kann nur als eine Vorstufe — wenn auch die wesentlichste — für eine ausreichende Erkenntnis der Festigkeitseigenschaften vielkristalliner Werkstoffe angesehen werden. Die Eigenschaften der Korngrenzen erscheinen einstweilen noch so unbestimmt und wechselvoll, daß ihr Anteil bisher nur in dem einfachen Falle draht- oder stabförmiger Werkstücke genauer zu überblicken ist, die aus so wenigen Kristallkörnern bestehen, daß die letzteren nicht allseits von Nachbarkörnern umgeben sind[6]). Es ist zu hoffen, daß die im nachfolgenden auf Einkristalle angewendeten neuen, durch Versuch ermittelten Verfahren auch in Verbindung mit der noch zu erbringenden Aufklärung der Korngrenzen-Beschaffenheit von Erfolg begleitet sein werden.

Die beiden Eigenschaftsgruppen der Kristalle

Um die Stellung der Festigkeitseigenschaften gegenüber den sonstigen Kristalleigenschaften abzugrenzen, ist zunächst zu untersuchen, welche von den letzteren durch Kaltbearbeitung merkliche Beeinflussungen erfahren. Dann zeigt sich, daß die elastischen, thermischen und eine Anzahl von optischen, insbesondere die röntgenoptischen Eigenschaften keine besonders merklichen Veränderungen aufweisen und somit zu einer ausgesprochen „unempfindlichen" Eigenschaftsgruppe zusammengefaßt werden können. Die merklich „empfindliche" Eigenschaftsgruppe dagegen umfaßt neben den eigentlichen Festigkeitsziffern des Einkristalls — elastische Höchstdehnung, Zerreißfestigkeit, Gleitfestigkeit — die Leitvermögen für Wärme und Elektrizität, die Fremd- und Selbstdiffusionsvorgänge, die lichtelektrischen und Phosphoreszenzeigenschaften, die Beständigkeit gegen chemische Wirkungen, die Wachstums- und Lösungsvorgänge. So kann etwa die Zerreißfestigkeit durch Verfestigung bis auf das 50fache gesteigert werden, das Wärmeleitvermögen auf einen Bruchteil herabsinken, der elektrische Widerstand — bei Wolframmetall — bis um 60 vH zunehmen, das elektrische Ionenleitvermögen von Salzkristallen auf das 20fache ansteigen, desgleichen das Diffusionsvermögen und die lichtelektrische Empfindlichkeit; die Phosphoreszenz nachleuchtender Kristalle kann sogar völlig vernichtet werden.

Diese Zweiteilung der Kristalleigenschaften ist nun keineswegs auf die alleinige Wirksamkeit von Kaltbearbeitung beschränkt. Ersetzt man den Einkristall durch eine vielkristalline Probe, so bleiben wiederum nur die unempfindlichen Eigenschaften davon unbeeinflußt, die empfindlichen aber zeigen sich im gleichen Sinne merklich geändert, wie beim Vergleich zwischen bearbeitetem und unbearbeitetem Einkristall. Wählt man schließlich einen aus mäßig verunreinigtem Stoff gewachsenen Einkristall, so gibt der Vergleich mit einem von Verunreinigungen möglichst freien Kristall neuerdings das gleiche Verhalten der Kristalleigenschaften.

Verunreinigung, Kornverfeinerung und Verformung beeinflussen die empfindlichen Kristalleigenschaften somit im selben Sinne und in vergleichbarem Ausmaße. Da Verunreinigung und Kornverfeinerung jedenfalls mit einer Beeinträchtigung der Güte des regelmäßigen Kristallbaues gleichbedeutend sind, wird gleiches auch schon mit den geringsten Graden der Kaltbearbeitung eines fehlerlos gewachsenen Einkristalles verbunden sein. Aber noch mehr: Nachdem alle unempfindlichen Kristalleigenschaften von der erwähnten Verschlechterung der Güte des regelmäßigen Kristallbaues praktisch unbeeinflußt bleiben, die empfindlichen jedoch von ihr so merklich abhängen, entsteht der Verdacht, daß bereits das Zustandekommen der empfindlichen Eigenschaften mit gewissen, schon von vorn-

[1]) Der wesentliche Inhalt der Arbeit wurde teils anläßlich der Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen beim Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure am 26. März 1927 in Braunschweig, teils beim Volta-Kongreß in Como am 13. September 1927 vorgetragen. Ein kurzer Bericht über den ersten Vortrag findet sich im Sonderheft über die Schwingungstagung 1927, VDI-Verlag Berlin, S. 7, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 898, eine etwas erweiterte Darstellung: „Werkstoffkorn und Kristallgitter" in Mitt. d. Techn. Versuchsamtes Wien Bd. 16 (1927), Heft 1 bis 3.

[1a]) s. die bisher vereinzelte Formunbeständigkeit vielkristalliner Wolframdrähte bei Glühtemperaturen: F. Koref, Z. f. techn. Phys. Bd. 7 (1926), S. 544.

[2]) s. z. B. J. Czochralski, Moderne Metallkunde, Berlin 1924, Abb. 84 und 85, S. 97.

[3]) F. Sauerwald und G. Elsner, Z. f. Phys. Bd. 44 (1927), S. 36.

[4]) W. Rosenhain und J. Ewen, Journ. Inst. Met. Bd. 20 (1913) S. 119; F. Sauerwald und G. Elsner, a. a. O.

[5]) A. Smekal, Wien. Anz. 1925, S. 159, 191; Phys. Z. Bd. 26 (1925), S. 707; Verh. D. Phys. Ges. (3) Bd. 6 (1925) S. 50. — Die gleiche Forderung ist unabhängig von mir auch von W. Geiß und J. A. M. v. Liempt, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926), S. 216, erhoben worden.

[6]) Vergl. etwa K. Yamaguchi, Sc. Pap. Tokyo Inst. phys. chem. Res. Bd. 6 (1927), S. 271; A. E. v. Arkel und M. G. v. Bruggen, Z. f. Phys. Bd. 42 (1927), S. 799.

herein bestehenden Abweichungen vom regelmäßigen Kristallbau ursächlich verknüpft sein könnte, die für den Mechanismus der unempfindlichen Eigenschaften belanglos sind. Zur Überprüfung dieses Grundgedankens muß man die Molekulartheorie der Kristalle, die Gittertheorie, und ihre Aussagen über die Kristalleigenschaften berücksichtigen.

Kristalleigenschaften und Gittertheorie

Das Vorhandensein einer regelmäßigen Raumgitteranordnung der molekularen Kristallbausteine wird bekanntlich durch die v. Laueschen Röntgeninterferenzen sichergestellt. Von jedem einzelnen Kristallbaustein kann die Einordnung in das Kristallgitter allerdings nicht mit voller Sicherheit behauptet werden; da die Interferenzen nur durch das Zusammenwirken einer sehr großen Zahl von gittermäßig angeordneten Atomen (mindestens eine Million) in beobachtbarer Stärke und Schärfe zustandekommen, mag ein nicht zu großer, räumlich unregelmäßig im Kristall verteilter Bruchteil der Kristallbausteine — weniger als 1 vH — andersartige Lagerung aufweisen, ohne daß dies im Interferenzbilde bemerkbar sein könnte. Die Röntgeninterferenzen sind eben eine gegen nicht allzu grobe Abweichungen vom regelmäßigen Gitterbau unempfindliche Kristalleigenschaft, wie durch die Übereinstimmung der Röntgenbilder von chemisch reinsten und nicht allzu stark verunreinigten Einkristallen unmittelbar bewiesen wird.

Die Annahme, daß sämtliche Kristallbausteine in aller Strenge der idealen Gitteranordnung unterworfen sind, bietet sich jedoch zunächst von selbst dar und ist als einfachstes Bild von der Wirklichkeit in der Tat auch von der Gittertheorie der Kristalle zugrundegelegt worden. Ebenso wie die Röntgeninterferenzen als unempfindliche Kristalleigenschaft von der Theorie des idealen Kristallgitters erschöpfend dargestellt werden, hat sich das auch für alle übrigen unempfindlichen Kristalleigenschaften als möglich gezeigt. Untersuchungen von Debye, vor allem aber von Born und seinen Mitarbeitern, haben die vortreffliche rechnerische Wiedergabe der elastischen, thermischen und der meisten optischen Kristallerscheinungen auf Grund der Idealgittertheorie sichergestellt. Mittels der bisher bekannten Gesetzmäßigkeit der Molekularkräfte ist es z. B. auch gelungen, die chemischen Kohäsionsenergien von Salzkristallen in Übereinstimmung mit der Erfahrung vorauszuberechnen, so daß eine weitgehend zutreffende Erfassung von Kristalleigenschaften durch die Idealgittertheorie außer jedem Zweifel steht.

Versucht man nun, die empfindlichen Kristalleigenschaften wenigstens für chemisch reinste, fehlerfrei gewachsene Einkristalle mittels der Idealgittertheorie vorauszuberechnen, so ergibt sich in allen Fällen ein völliger Mißerfolg. Unter den gleichen Voraussetzungen, die z. B. die eben erwähnte erfolgreiche Berechnung der chemischen Kohäsionsenergien von Salzkristallen ermöglichten, ergeben sich 100 bis 1000mal zu geringe mechanische[7]) und elektrische[8]) Festigkeiten, ein millionenmal zu geringes Ionenleitvermögen[9]) und ein ebenfalls millionenmal zu kleines Selbstdiffusionsvermögen[10]). Ähnliche Schlüsse erstrecken sich auch auf Kristalle beliebiger stofflicher Zusammensetzung. Die empfindlichen Kristalleigenschaften können demnach aus der Idealgittertheorie nicht einmal angenähert erklärt werden. Dem bereits oben geäußerten Verdacht entsprechend gelangt man somit zu der Folgerung: Die empfindlichen Kristalleigenschaften sind mit der Annahme eines restlos idealen Gitterbaues unvereinbar. Auch die chemisch reinsten, fehlerfreien Einkristalle können keine Idealkristalle sein; der Molekularbau der Realkristalle muß vielmehr durch regellose, aber konstitutionelle Abweichungen vom Idealgitter gekennzeichnet sein, deren Vorhandensein für den Mechanismus der empfindlichen Kristalleigenschaften von entscheidender Bedeu-

7) F. Zwicky, Phys. Z. Bd. 24 (1923), S. 131; A. Smekal, Naturwissenschaften Bd. 10 (1922), S. 799; Z. d. Österr. Ing. u. Arch.-V. Bd. 74 (1922), S. 217.

8) A. Smekal, Z. f. techn. Phys. Bd. 8 (1927), S. 203; Arch. f. Elektrot. Bd. 18 (1927), S. 525; W. Rogowski, Arch. f. Elektrot. Bd. 18 (1927), S. 123.

9) A. Smekal, Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), S. 869; Z. f. techn Phys. Bd. 8 (1927), S. 561.

10) A. Smekal, Z. f. phys. Chem. Bd. 121 (1928).

tung ist. Die unempfindlichen Kristalleigenschaften
gegen sind reine Eigenschaften des Gitterbaues, die du
geringe Abweichungen vom Idealgitter auch nur ger
fügig beeinflußt werden.

Die Festigkeitseigenschaften des Idealkristalls und Realkristalls

Bevor ich dazu übergehe, den Nachweis durch
Versuch für die gezogenen Folgerungen anzutreten,
scheint es nützlich, die hier besonders interessieren
Festigkeitseigenschaften, wie sie die Idealgittertheorie
langen würde und wie sie anderseits an den Realkrista
tatsächlich gefunden werden, einander vergleichend ge
überzustellen. Wenn der Realkristall, auch nur in
halb amikroskopischer Raumteile, ideal gebaute Kris
gitterbereiche aufweist, so müssen für diese die Folge
gen der Gittertheorie zutreffen, obgleich sie der makro
pischen Beobachtung dann im allgemeinen entzogen s
Gelingt es aber, sie der Wahrnehmung durch geeig
Kunstgriffe zugänglich zu machen, so entsteht die A
gabe, auch den ihnen zukommenden Anteil an den Fes
keitserscheinungen nachzuweisen.

Beim Beginne mechanischer Beanspruchung verha
sich Ideal- und Realkristall durchaus übereinstimme
Bis zu Dehnungen von 0,01 (Steinsalz) bis 0,2 vH (W
ram) gehorcht der Einkristall mit aller wünschenswe
Genauigkeit dem Hookeschen Elastizitätsgesetze[11]),
Größe der Elastizitätsmoduln entspricht der anderwe
bekannten Stärke der molekularen Anziehungskräfte.
Wechselspiel der Molekularkräfte muß aber noch erh
lich bedeutendere elastische Zerrungen der Kristallgi
zulassen, Gesamtdehnungen bis zu 10 bis 15 vH, bei de
merkliche Abweichungen vom Hookeschen Elastizit
gesetze auftreten müßten. Diese beträchtliche elastis
Dehnbarkeit des Idealkristalls ist jedoch bisher noch
verwirklicht gefunden worden. Je nach seiner Orien
rung beginnt der Idealkristall sich bereits bei Dehnun
von 0,01 bis 0,2 vH unter Gleitebenenbildung plastisch
verformen oder reißt nach einer Spalt- oder Gleiteb
durch. Die Schubfestigkeit in der Gleitebenenrichtung,
Zerreißfestigkeit senkrecht dazu oder zu einer Spaltfläc
ist 100- bis 1000mal geringer als die für Schub in
Gleitebenenrichtung oder für das Zerreißen berechne
Festigkeitsgrenzen des idealen Kristallgitters. Die Be
zugung der Gleit- und Spaltebenenrichtungen fehlt da
im Idealkristall völlig; die Molekularkräfte müßten se
recht zu jeder dieser Ebenenrichtungen 100- bis 1000
schwächer wirken als längs dieser Ebenen, wenn ihre a
gezeichnete Rolle verständlich sein sollte, doch wird
durch alle übrigen, insbesondere die thermischen
optischen Gittereigenschaften widerlegt.

Selbst bei Beanspruchungen, die die Elastizitätsgre
des Realkristalles um das Hundertfache übertreffen, wü
der Idealkristall also noch immer nur elastischer Ver
rungen fähig sein. Das plastische Zustandsgebiet der wi
lichen Kristalle ist damit von einer Wiedergabe durch
Gittertheorie praktisch ausgeschlossen.

Die bildsame Verformung des Rekristalls ist von ei
dauernden Zunahme der Schub- und Zerreißfestigkeit
gleitet, der Verfestigung, wogegen bezeichnenderweise
Elastizitätsmoduln nur geringfügige Beeinflussung erf
ren. Schub- und Zugfestigkeit können bei geeigneter V
suchsführung durch Verformung auf mehr als das Ze
fache ihrer Ausgangswerte gesteigert werden, in Ein
fällen[12]) bis auf das Hundertfache[13]). Die Festigkeitszah

11) W. Geiß, Physica Bd. 3 (1923), S. 232.

12) An frisch gezogenen, feinsten Quarz- und Glasfäden
A. A. Griffith, Phil. Trans. Roy. Soc. London A Bd. 221 (1
S. 163; Proc. Int. Congr. Appl. Mech. Delft 1924, S. 55, die
theoretische Festigkeit nahezu zu erreichen vermocht, an Steins
A. Joffé, M. W. Kirpitschewa und M. A. Lewits
Z. f. Phys. Bd. 22 (1924), S. 286; A. Joffé und M. Lewitz
Z. f. Phys. Bd. 31 (1925), S. 576; Bd. 35 (1926), S. 442. Im Gegen
zu W. Ewald und M. Polanyi, Z. f. Phys. Bd. 28 (1924), S.
Bd. 31 (1925), S. 746, glaubt Joffé auch gegenwärtig noch, da
sich hierbei um keine Verfestigung handelt, vergl. A. Jof
Phys. Z. Bd. 28 (1927), S. 911, und sucht die stets gefundene nied
Festigkeit des Steinsalzes unter Berufung auf Griffith durch
regelmäßigkeiten in der Ausbildung der Kristalloberflächen au
klären. Die Unhaltbarkeit dieser Auffassung wird durch die we
unten beschriebenen Verfärbungsversuche jedoch unmittelbar au
zeigt.

13) Die entsprechende Zunahme der elastischen Dehnbarkeit
Kristallbaues harrt noch ihrer Überprüfung durch den Röntgenvers

öchstverfestigter Realkristalle nähern sich also jenen ier Idealkristalle; während das Idealgitter durch zahlenmäßig unveränderliche Festigkeitsgrenzen gekennzeichnet st, sind die Festigkeitszahlen der Realkristalle von ihrer eweiligen Vorgeschichte, von dem Ausmaß der vorhanlenen Verfestigung, abhängig.

Die vorstehende Übersicht zeigt, daß Idealkristall und Realkristall, allein nach ihren Festigkeitseigenschaften beurteilt, geradezu als etwas Wesensverschiedenes anmuten könnten. Die durch das Röntgenbild gesicherte Unveränderlichkeit der Gitterstruktur bei verfestigten Realkristallen[14]), sowie die Annäherung ihrer Festigkeitseigenschaften an jene des idealen Gitterbaues, verweisen jedoch auf sehr enge Zusammenhänge. Die Tatsache der Verfestigbarkeit an sich erfordert zweifellos das Vorhandensein von Bauelementen in der Molekularstruktur der wirklichen Kristalle, denen von vornherein höhere Festigkeitszahlen zukommen als dem jungfräulichen, noch unverformten Kristall. Die verformende Gleitebenenbildung ist dann als Vorgang aufzufassen, der eine immer erfolgreichere Ausnutzung der Eigenschaften dieser widerstandsfähigen Bauelemente herbeiführt — Bauelemente, die offenbar mit den früher erwähnten ideal gebauten Kristallteilen gleichbedeutend sein werden.

Verfahren zur Erforschung des Molekularbaues der Realkristalle

Ich habe bereits oben erwähnt, daß die zu erwartenden Abweichungen des Kristallbaues von der idealen Gitterstruktur auf röntgenoptischem Wege nicht feststellbar sein können; dasselbe gilt auch von allen übrigen Untersuchungsverfahren, die auf unempfindliche Kristalleigenschaften gegründet sind. Mit dem Mikroskop z. B. kommt man bestenfalls so weit, daß man zwei räumliche Kristallbereiche gerade noch voneinander unterscheiden kann, die aus etwa je einer Milliarde von Atomen gebildet sind. Es ist daher unmöglich, etwa mittels des von Czochralski empfohlenen Verfahrens der dislozierten Reflexion[15]) irgendwelche verbindliche Aussagen über Atomanordnung oder Raumgitteränderungen zu erhalten, selbst wenn man dabei mikroskopische Auflösung anwendet. Aus den gleichen Gründen kommt auch die in beanspruchten durchsichtigen Stoffen auftretende, sehr empfindliche Spannungsdoppelbrechung hier nicht in Betracht, die namentlich von Coker[15a]), mit großem Erfolge zur Ermittlung der makroskopischen Spannungsverteilung in durchsichtigen Modellkörpern benutzt worden ist. Auf plastizierte, durchsichtige Kristalle angewendet, liefert sie zwar eine willkommene Ergänzung zur Geometrie und Mechanik der Gleitebenenbildung im großen[16]), jedoch keine Einsicht in die zugrundeliegenden Molekularereignisse; immer kann man damit nur Mittelwerte über ungeheure Atommengen herausbekommen, aber nichts über den Zustand einzelner Atome.

Man muß also feinere Verfahren anwenden, um die erwarteten Abweichungen des Kristallbaues vom idealen Atomgitter nachzuweisen. Es bedarf hier eines Hilfsmittels, das einzelne Atome erfaßt, die von ihren Nachbarn genügend verschieden gelagert sind. Dies ermöglicht der sogenannte lichtelektrische Effekt, der auf der Abtrennung elektrischer Elementarladungen von einzelnen lichtabsorbierenden Atomen beruht. Die dazu erforderliche Lichtenergie liefert ein Maß für die Stärke, mit der das Atom von seiner Umgebung festgehalten wird — sie muß demnach für alle in einem idealen Kristallgitter befindlichen, chemisch gleichartigen Atome dieselbe, für jedes anders gelagerte Atom jedoch davon verschieden sein; durch Messung der Lichtabsorption oder der Anzahl abgetrennter Elementarladungen ergibt sich ferner ein Maß für die Gesamtzahl der lichtelektrisch absorbierenden Atome einer bestimmten Beschaffenheit.

Wegen der Undurchsichtigkeit und des hohen elektrischen Leitungsvermögens der Metalle kann man dieses Verfahren nur bei durchsichtigen, elektrisch wenig leitenden, halb- oder nichtmetallischen Kristallen anwenden. Die Bevorzugung solcher Stoffe bedeutet ebensowenig eine Beschränkung der Allgemeinheit der Ergebnisse, wie die Benutzung durchsichtiger Zelluloidmodelle zur Untersuchung makroskopischer Spannungszustände mittels der Doppelbrechung. Kristallisierte Elemente wie Kohlenstoff als Diamant, Schwefel, Selen, ferner chemische Verbindungen, Steinsalz, Sylvin, Kalkspat usw. umfassen alle Arten chemischer Kristalle und besonderer Verformungseigenschaften, die bei den Metallen und den übrigen kristallinen Werkstoffen verwirklicht sind. Nachdem die Aufteilung der Kristalleigenschaften über eine empfindliche und eine unempfindliche Gruppe Kristallen ganz beliebigen Baues und stofflicher Zusammensetzung gemeinsam ist, darf man übrigens auch unabhängig von derartigen Erwägungen voraussetzen, daß die Aufdeckung der Ursachen dieses Verhaltens selbst an einem einzigen Stoffe beliebiger Art für alle kristallisierten Körper gelten wird.

Lichtelektrischer Nachweis von Lockerstellen im Bau der Realkristalle

Die optisch-elektrische Untersuchung jedes von den oben aufgezählten und zahlreicher anderer Stoffe ergibt folgendes. Läßt man Strahlung aller möglichen Wellenlängen, sichtbares Licht, ultraviolettes Licht, auf den Kristall auffallen, so zeigt sich, daß er von einer gewissen Grenze

Abb. 1 Verlauf der Absorptionskoeffizienten von Realkristallen mit der Wellenlänge.

an gegen kürzere Wellenlängen hin fast alles auffallende Licht verschluckt, absorbiert, gegen längere Wellen zu jedoch durchsichtig ist. Diese Durchsichtigkeit ist allerdings keine vollkommene; die sehr genauen Messungen von Gudden und Pohl zeigten, daß auch im langwelligen Gebiete eine gewisse Lichtmenge absorbiert wird, aber tausend- bis hunderttausendmal weniger als im kürzerwelligen Bereiche der eigentlichen Kristallabsorption[17]). Der Verlauf des Absorptionskoeffizienten mit der Wellenlänge ist in Abb. 1 schematisch angedeutet, doch kann der Sprungwert von durchschnittlich vier Zehnerpotenzen natürlich nicht maßstabgetreu wiedergegeben werden.

Welches sind nun die Wirkungen der vom Kristall aufgenommenen Lichtstrahlung? Im langwelligen Gebiete geringer Lichtabsorption fanden Gudden und Pohl, daß die gesamte aufgenommene Strahlungsenergie lichtelektrisch wirkt, was sich in einer meßbaren Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des belichteten Kristalles zeigt[17]). Die starke kurzwellige Eigenabsorption erzeugt dagegen keinen lichtelektrischen Effekt im Inneren des Kristalls, sondern befähigt ihn nur, das aufgenommene Licht mit gleicher Wellenlänge wieder auszustrahlen, zu fluoreszieren; erst bei sehr kurzen Wellen tritt neuerdings lichtelektrische Wirkung auf, deren In-

14) Abgesehen von geringfügigen elastischen Eigenspannungen, e ein Unscharfwerden der Röntgeninterferenzen zur Folge haben, s aber mit ihnen zugleich durch geeignete Erwärmung beseitigt rden kann, ohne daß dadurch die Verfestigung beeinflußt werden irde; vergl. A. E. v. Arkel, Physica Bd. 5 (1925), S. 208; Göler und G. Sachs, Z. f. Met. Bd. 19 (1927), S. 410; Geiß und J. A. M. v. Liempt, Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), 631.

15) s. J. Czochralski, Moderne Metallkunde Berlin 1924.

15a) Journ. Roy. Soc. of Arts Bd. 75 (1927), S. 1033 u. f.

16) F. Rinne, Vorbilder für die Metallmechanik, Z. f. Metallk. l. 18 (1926)), S. 37, 81; I. W. Obreimow und L. W. Schubkoff, Z. f. Phys. Bd. 41 (1927), S. 907.

17) B. Gudden und R. Pohl, Zahlreiche Veröffentlichungen in Z. f. Phys. 1921 bis 1926.

tensität aber dann jene des langwelligen Gebietes wiederum um Zehnerpotenzen übertrifft.

Das wechselnde Verhalten des Kristalles in den beiden erwähnten Absorptionsgebieten legt unmittelbar davon Zeugnis ab, daß sich nicht sämtliche Kristallbausteine optisch und energetisch gleich verhalten können. Es gibt offensichtlich zweierlei verschiedene Arten von Kristallbausteinen[18]): Eine seltenere Atomsorte, die so locker gebundene elektrische Elementarladungen, Elektronen, aufweist, daß bereits das energieärmere langwellige Licht dazu ausreicht, sie abzutrennen. Nach dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten beurteilt, kommen auf ein solches Lockeratom etwa 10 000 Atome einer zweiten Sorte mit so fest gebundenen Elektronen, daß das energiereichere kurzwellige Licht die letzteren nur zum Mitschwingen veranlassen kann und erst sehr kurzwellige Strahlung zu ihrer Abtrennung hinreichend ist. Aus der Überzahl dieser zweiten Atomsorte erkennt man, daß es sich dabei um die regelmäßig angeordneten Gitteratome handelt. Im idealen Kristallgitter gibt es nur Gitteratome; mit dem Vorhandensein der andersartig gelagerten Lockeratome ist daher auch das Bestehen der vermuteten Abweichungen vom Idealgitter, das Vorhandensein von Lockerstellen, nachgewiesen.

Wenn man die Entstehung der Lockerstellen auf thermische Schwankungsvorgänge bei der Bildung der Kristalle, sei es aus Dampf, Lösung oder Schmelze, zurückführen will, so liegt es nahe, sie als im Kristallgitter unregelmäßig verteilte, winzige Hohlräume aufzufassen, deren kristallographisch orientierte Begrenzungen dann hauptsächlich von Flächen kleiner Wachstumsgeschwindigkeit gebildet sein müssen; die Lockeratome wären dann mit den Atomen solcher innerer freier Oberflächen gleichbedeutend. Trifft dies, zumindest für einen Teil der Lockeratome, tatsächlich zu, so ist vorauszusehen, daß den Lockerbausteinen der Realkristalle, als ihren leichtest ablösbaren Bausteinen, an den Erscheinungen der Elektrizitätsleitung und Diffusion ein ganz entscheidender Anteil zukommen muß.

Der Nachweis hierfür ist kürzlich in sehr überzeugender Weise auf Grund des Temperaturgesetzes der Ionenleitung und Diffusion in Salzkristallen möglich gewesen[19]). Da dabei die sonst durch praktische Gründe veranlaßte Beschränkung auf durchsichtige, nichtmetallische Kristalle nicht mehr erforderlich ist, liefert dies einen Weg zum unmittelbaren Nachweis der Lockerstellen auch in den undurchsichtigen Metallkristallen[20]). Umgekehrt ist damit und mit dem Vorstehenden gezeigt, daß für empfindliche Kristalleigenschaften, wie die lichtelektrische Beeinflußbarkeit, das Ionenleitvermögen und die Diffusionsvorgänge in den Lockerstellen im Bau der Realkristalle tatsächlich eine brauchbare einheitliche Erklärungsgrundlage gefunden worden ist.

Sichtbarmachung des Zusammenhanges zwischen Lockerstellen und Festigkeitseigenschaften

Nun ist noch festzustellen, ob diese Erklärungsgrundlage sich insbesondere auch auf die Festigkeitseigenschaften erstreckt. Man erkennt sogleich, daß das Vorhandensein von Lockerstellen in den Realkristallen zumindest jene Schwierigkeiten löst, die sich oben aus dem erstaunlichen Unterschied zwischen der Zerreißfestigkeit des Idealkristalls und den beobachteten technischen Zerreißfestigkeiten ergeben hatten. Ebenso wie jede Kerbe, jeder Hohlraum, die Zerreißfestigkeit eines Werkstückes herabsetzt, wird durch die innere Kerbwirkung der Lockerstellen die molekulare Zerreißfestigkeit des idealen Atomgitters zur technischen Zerreißfestigkeit des wirklichen Kristalles erniedrigt[21]). Daß die festigkeitsern drigende Wirkung der Lockerstellen auch zahlenmäß ausreichend ist, um den Unterschied der beiderseitig Zahlenwerte aufzuklären, hat jüngst auf Grund des V haltens elektrisch isolierender Kristalle in hohen elekt statischen Feldern wahrscheinlich gemacht werd können[22]). Es bleibt also nur noch übrig, nachzuseh ob das Vorhandensein der Lockerstellen auch die Gle ebenenbildung und damit die dem Idealkristall fehler plastische Verformungsfähigkeit aufzuklären gestatt Hierzu muß festgestellt werden, ob die Kaltverformu eines Kristalls Veränderungen in seinen Lockerstell hervorbringt. Man kann dies tun, indem man das vorl geschilderte lichtelektrische Untersuchungsverfahren a verformte Kristalle ausdehnt, insbesondere solche, der Lockerstellen vorher durch Einlagerung gefärbter od leuchtfähiger, phosphoreszenzerzeugender Fremdatome kennzeichnet worden waren[23]).

Um dem Bedenken zu begegnen, daß eine beabsi tigte Verunreinigung der Kristallsubstanz bei der E stehung des Kristallgebäudes von vornherein zu kein normalen Ausbildung seiner Molekularstruktur führ könnte, wird man die Einlagerung bereits im fertig Kristall vornehmen, sei es durch hineindiffundieren Fremdstoffe, sei es durch lichtelektrische Ausscheidu gefärbter Atome in seinen Lockerstellen[24]). Das letzte Verfahren hat den Vorzug, die Lockerstellen u ihre Veränderungen bei der Verformung dem Au mühelos und unmittelbar sichtbar zu machen.

Wir wählen Steinsalzkristalle, die aus positiven u negativen Ionen, elektrisch geladenen Natrium- und Chl atomen, aufgebaut sind. Bestrahlt man einen zunäc unbeanspruchten Kristall mit Ultraviolett-, Röntgen- od Gammastrahlung, so tritt eine schon seit langem bekann amikroskopische Gelbfärbung des Kristalles auf, die s mit der Bestrahlungsdauer verstärkt und nach Aufhör der färbenden Bestrahlung am Tageslicht sehr langs wieder zurückgeht. Auf Grund der optischen Eigensch ten des Steinsalzgitters, sowie der lichtelektrischen Nat dieser Strahlungsfärbung kann gezeigt werden[25]), daß Strahlung in den Lockerstellen — und nur in diesen von den negativen Lockerionen des Chlors Elektron abtrennt und dadurch unelektrische, ungefärbte Chl atome erzeugt; die Elektronen werden auf positi Lockerionen des Natriums übergeführt, wodurch unel trische, gefärbte Natriumatome ausgeschieden werd die die Kristallfärbung hervorbringen. Die langsa selbsttätige Entfärbung des Kristalls beruht darauf, d die gelegentliche Umkehrung dieser Atomvorgänge du das Tageslicht mit Unterstützung der Wärmeschwingu gen der Atome möglich gemacht wird.

Aus der Gleichmäßigkeit der Verfärbung fehlerf gewachsener, optisch ausgesuchter Steinsalzkristalle zu entnehmen, daß die räumliche Verteilung der so unsichtbaren Lockerstellen über den Kristall eine glei mäßige ist — eine Feststellung, die die Leistungsfäh keit auch des vollkommensten Ultramikroskopes in e drucksvoller Weise weit zu überbieten vermag.

Wird nun ein strahlungsgefärbter Steinsalzkrista Abb. 2, bildsam verformt, sei es im trockenen Zustan sei es, um stärkere bruchlose Verformungen zu erreich unter Wasser, so zeigt sich, daß die bildsam verform Kristallteile am Lichte rasche Verfärbung aufweis während die nur elastisch angespannten Teile, z. B. neutrale Faser eines gebogenen Steinsalzbalkens, Abb. ihren Färbungszustand unverändert beibehalten. Die der Verformung eingetretenen Gleitvorgänge haben a tatsächlich die durch die Färbung gekennzeichnet Lockerstellen verändert, die Gleitebenen gehen dah durch diese Lockerstellen hindurch! Färbt man den K stall jetzt durch nochmalige Bestrahlung, so zeigt si

18) A. Smekal, Z. f. techn. Phys. Bd. 7 (1926), S. 535; Phys. Z. Bd. 27 (1926), S. 837.

19) A. Smekal, Z. f. techn. Phys. Bd. 8 (1927), S. 561; Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), S. 203. Wien. Anz. 1928.

20) Zur Durchführung dieses Nachweises mangelt es bedauerlicherweise noch an geeigneten Messungen des Fremddiffusionskoeffizienten in Metallen über genügend ausgedehnte Temperaturgebiete. Die vorliegenden Einzelmessungen an viel- und einkristallinen Proben zeigen ausnahmslos das von der Lockerstellentheorie vorausgesehene Verhalten. s. W. Geiß und J. A. M. v. Liempt, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924), S. 37; Z. f. anorg. Chem. Bd. 168 (1927), S. 107; G. v. Hevesy und A. Obrutsheva, Nature Bd. 115 (1925), S. 674; C. Zwikker, Physica Bd. 7 (1927), S. 189; P. Clausing, Physica Bd. 7 (1927), S. 193.

21) A. Smekal, Phys. Z. Bd. 26 (1925), S. 707; 27 (19 S. 837; Z. f. techn. Phys. Bd. 7 (1926), S. 535.

22) A. Smekal, Arch. f. Elektrot. Bd. 18 (1927), S. 5 Wien. Anz. 1927, S. 115.

23) A. Smekal, Phys. Z. Bd. 27 (1926), S. 837: Z. f. tec Phys. Bd. 7 (1926), S. 535.

24) A. Smekal, Wien. Anz. 1927, S. 22, 46.

25) A. Smekal, Wien. Anz. 1926, S. 195.

Abb. 2
Unverformter, strahlungsgefärbter Steinsalzkristall.

Abb. 4
Unverformter, ungefärbter Steinsalzkristall.

Abb. 3
Strahlungsgefärbter und hierauf gebogener Steinsalzkristall.

Abb. 5
Ungefärbt gebogener und hierauf strahlungsgefärbter Steinsalzkristall.

— ebenso wie beim zuerst ungefärbten, Abb. 4, verformten Kristall —, daß sich die bildsam verformten Kristallteile wesentlich tiefer färben als die unbeanspruchten oder nur elastisch beanspruchten, Abb. 5. Die Zahl der Lockerionen und damit wohl auch die der Lockerstellen, nimmt durch die Verformung zu, bis etwa auf das Zehnfache.

Aus den optischen Eigenschaften der Lockerionen ist es nun leicht, die Größe jener Spannungen zu errechnen, die örtlich, in der Umgebung der schon früher vorhandenen Lockerstellen, bei der Verformung erzeugt und überschritten werden müssen, damit neue Lockerstellen aufreißen können. Es ergibt sich die Höhe der gittertheoretischen Zerreißfestigkeit, in Übereinstimmung mit der Erwartung, daß es die Festigkeit ideal gebauter Kristallteile sein muß, die einer Erweiterung bereits vorhandener Lockerstellen entgegensteht. In Verbindung mit der Unveränderlichkeit des röntgenoptischen Interferenzbildes gegenüber dem des unverformten Kristalles[26]) folgt daraus ferner, daß die von den Lockerstellen ausgehende Beeinflussung der molekularen Spannungsverteilung im beanspruchten Kristall auf sehr kleine Raumgebiete beschränkt bleibt, wie es der behaupteten Lockerstellen-Kerbwirkung entspricht.

Eine willkommene Ergänzung dieses Befundes liefert das Verhalten phosphoreszierender Kristalle in hohen elektrischen Feldern[27]), ferner die Zunahme des Ionenleitvermögens in mechanisch[28]) oder elektrostatisch[29]) angespannten Gläsern und Kristallen — Erscheinungen, die die örtliche Anhäufung von Spannungsenergie in der Umgebung der Lockerstellen auch für den Fall rein elastischer Beanspruchungen nachzuweisen gestatten. Der oben gefundene grundlegende Zusammenhang zwischen den Lockerstellen und der Gleitebenenbildung hat auch aus dem Einfluß der Verformung auf das Phosphoreszenzvermögen mit aktiven Fremdzusätzen künstlich verunreinigter Kristalle erschlossen werden können[30]).

Die Ursachen der Plastizität und Verfestigbarkeit des Realkristalles

Da es nach dem Früheren gerechtfertigt ist, die vorstehend besprochenen, durch den Versuch gefundenen Ergebnisse auf beliebige wirkliche Kristalle anzuwenden, ist man imstande, vom Eintreten der Gleitebenenbildung und der Verfestigung ein genaueres Bild zu entwerfen, als es irgendeiner von den zahlreichen Verfestigungstheorien bisher möglich war. Während alle diese Theorien von der Annahme des vollendet regelmäßig gebauten Idealkristalls auszugehen bemüßigt waren, ist nunmehr sichergestellt, daß der Realkristall kein ideales Atomgitter hat. Die Verwirklichung dieser Gitteranordnung erstreckt sich vielmehr nur über räumliche Gebiete, deren Ausdehnung noch weit unterhalb der mikroskopischen Sichtbarkeitsgrenze verbleibt. Solche ideal gebaute Kristallteile sind derart miteinander verwachsen, daß hin und wieder Lockerstellen zwischen ihnen freibleiben.

Wird das Kristallkorn äußerer Beanspruchung unterworfen, so treten in den Idealgitterbereichen elastische Spannungen auf, die infolge der von den Lockerstellen ausgehenden Kerbwirkung an der Oberfläche der Lockerstellen bis zur Höhe der Idealgitterfestigkeit anwachsen können. Wird diese von der Gittertheorie zutreffend erfaßte Höchstspannung örtlich überschritten, so tritt eine Zerstörung von Molekularbindungen ein, die neue Lockeratome freigeben mag und eine Veränderung der Lockerstellen herbeiführen wird. Es ist wesentlich, daß ein solcher Vorgang niemals an einer einzigen Lockerstelle allein denkbar ist, sondern nur an einer Gruppe räumlich benachbarter Lockerstellen zugleich. Die räumliche Verteilung der Lockerstellen im Kristall gewinnt damit von Anbeginn einen maßgebenden Einfluß darauf, wie sich eine bestimmte äußere Beanspruchung auswirkt.

Wenn die Lockerstellen, wie bereits oben bemerkt, infolge ihrer Entstehung eine bevorzugte Orientierung nach Ebenen kleiner Wachstumsgeschwindigkeiten besitzen, so werden die betreffenden Ebenenrichtungen durch das Vorhandensein der Lockerstellen von vornherein als Kristallebenen ungewöhnlich erniedrigter Kohäsion ausgezeichnet sein; in der Tat gehören die Spalt- und die Gleitebenen der Kristalle stets zu den Ebenen kleinster Wachstumsgeschwindigkeiten. Es scheint damit verständlich, daß die mit ansteigender Belastung umsichgreifende Erschütterung des Kristallbaues vor allem in der Richtung solcher Ebenen fortschreitet, wodurch daß Gleiten oder Reißen gewissermaßen vorbereitet wird. Entlastet man rechtzeitig, so wird der Kristallbau im allgemeinen wieder in seinen ungestörten Ausgangszustand zurückkehren, wenn auch nicht ohne eine gewisse elastische Nachwirkung, deren Vorhandensein wohl im allgemeinen unbeobachtbar ist, durch die Erscheinungen der bei Wechselbeanspruchung eintretenden erniedrigten Dauerfestigkeit jedoch belegt zu werden scheint.

Das makroskopische Gleiten kann nach dem Molekularbau des Realkristalls keinesfalls längs einer einzigen Gitterebene stattfinden, sondern muß in einer Zone von endlicher, wenn auch vielleicht noch submikroskopischer Breite vor sich gehen; findet eine ruckweise Fortbewegung um einen oder mehrere Gitterschritte stets immer nur gerade längs winziger Kristallgitterteile statt, so gelingt es, die endliche Geschwindigkeit der Erscheinung verständlich zu machen[31]). Die beiden aneinander bewegten Kristallhälften können dabei niemals spannungsfrei sein, die Ungleichmäßigkeit der Spannungsverteilung wird mit zunehmender Abgleitung immer zahlreichere submikroskopische Kristallgitterteile aus ihrer Parallelstellung herausbringen und dadurch die makroskopische Bewegung hemmen, bis sie zum Stillstand kommt.

Damit haben wir die Gleitflächenblockierung L u d w i k s vor uns; daß Gleiten und Verfestigung nur mit dem Auftreten und der Vermehrung von Gitterstörungen vereinbar sind, hat Ludwik bereits klar erkannt[32]), die Entstehung der Gitterstörungen aus dem anfänglich ideal vorausgesetzten Kristallgitter jedoch nicht aufgeklärt. Es sei bemerkt, daß eine plötzliche Entstehung solcher Störungen unter den Bedingungen der wirklichen Gleitebenenausbildung aus strukturtheoretischen und energetischen Gründen ausgeschlossen ist, so daß solche Störungen überhaupt nur aus bereits vorhandenen Gitterstörungen — den vorhin aufgefundenen Lockerstellen — hervorgehen können. Man erkennt, daß der geschilderte Gleitvorgang tatsächlich jene bedeutende Vermehrung der Lockeratome des Kristalles auf Kosten von Gitteratomen erforderlich macht, welche oben durch das Verfärbungsexperiment nachgewiesen worden ist[33]).

Die mit zunehmender Abgleitung und Blockierung eintretende Verfestigung ist nach dem Vorstehenden mit der Zunahme der örtlich schwankenden Abweichungen von der Paralleleinstellung ideal gebauter Kristallteile

[26]) s. für Steinsalz A. J o f f e, M. W. K i r p i t s c h e w a und f. A. L e w i t z k y, Z. f. Phys. Bd. 22 (1924), S. 296.

[27]) A. S m e k a l, Wien. Anz. 1927, S. 115.

[28]) M. F u l d a, Diss. Greifswald 1927; Sprechsaal 1927, Nr. 42 bis 46, Abb. 17.

[29]) A. S m e k a l, Z. f. techn. Phys. Bd. 8 (1927), S. 581.

[30]) A. S m e k a l, Z. f. techn. Phys. Bd. 7 (1926), S. 539.

[31]) s. verwandte Betrachtungen bei R. B e c k e r, Phys. Z. Bd. 26 (1925), S. 919, die jedoch noch mit dem Idealkristall auszukommen trachten.

[32]) P. L u d w i k, Z. Bd. 69 (1925), S. 349.

[33]) U. a. erscheinen damit alle Arten von Verfestigungstheorien ausgeschlossen, die auch im verformten Kristall mit dem idealen Kristallgitter auszukommen trachten; vergl. W. G e i ß und J. A. M. v. L i e m p t, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926), S. 216; Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), S 631.

zu verknüpfen, die eine geringere Nachgiebigkeit des Kristallbaues gegenüber zunehmender Beanspruchung, sowie eine weitergehende Ausnutzung der hohen Gitterfestigkeit jener Idealkristallgebiete zur Folge hat. Die Verfestigung kann daher eine sehr weitgehende Annäherung an die Idealgitterfestigkeit herbeiführen, die indessen weder jemals erreicht, noch überschritten werden kann. Die vom Kristallkorn hierbei aufgenommene und aufgespeicherte Verfestigungsenergie setzt sich zusammen aus der Arbeitsleistung zur Schaffung der neuentstandenen Lockeratome, sowie örtlich stark schwankenden Anhäufungen elastischer Spannungsenergien, die durch die gegenseitige Selbstsperrung idealer Kristallgitterbereiche zustandekommen. Hierzu treten noch über größere makroskopische Kristallgebiete ausgedehnte innere H e y n sche elastische Spannungen, die jedoch unterhalb der jeweiligen makroskopischen Elastizitätsgrenze des verformten Kristalles verbleiben müssen und daher gegenüber den zuerst genannten Energieposten keine nennenswerte Energievermehrung bedingen. Die Rechnung zeigt, daß der durch den Versuch bestimmte Energiezuwachs verformter Metalle auf Grund dieser Betrachtungen zahlenmäßig richtig erhalten werden kann.

Die obige Unterscheidung innerer, noch merklich geordneter makroskopischer Eigenspannungen von der eigentlichen, submikroskopisch-ungeordneten Verfestigung der Kristallsubstanz, bestätigt sich an der deutlichen Verschiedenheit der thermischen Instabilität dieser beiden Erscheinungsgruppen. Allmähliche Erwärmung des verformten Kristalles beseitigt zunächst die geordneten Eigenspannungen[34]), läßt jedoch die Verfestigung unangetastet[35]). Erst weitere vermehrte Erhitzung vermag die Rekristallisation einzuleiten, die auf eine, vielleicht durch die Wärmeausdehnung beförderte, ungewöhnlich gesteigerte Selbstdiffusion in den verfestigten Kristallteilen zurückzuführen ist[35a]); die daraus zu folgernden Rekristallisationsgesetze befinden sich in erfreulichster Übereinstimmung mit der Erfahrung[36]).

Die vorstehende Auffassung der Verfestigungserscheinungen ist als eine molekulartheoretisch begründete Fortführung und Vertiefung der Blockierungshypothese von Ludwik anzusehen. Sie ergibt jedoch, wie natürlich, auch Anklänge an andre von den bisherigen Verfestigungstheorien. Die mit der Verfestigung einhergehende unregelmäßige Verlagerung ideal gebauter Kristallteile entspricht dem Gedankenkreis der Verlagerungstheorie von Czochralski, jedoch unter Aufrechterhaltung des Gitterbaues[37]). Die amikroskopische Kleinheit der in der Gleitzone verlagerten idealen Kristallgitterteile erinnert an die Amorphisierungstheorie der Gleitschichten von B e i l b y[38]). Endlich kann man die submikroskopisch-ungeordneten Verfestigungsursachen auch im Sinne verborgen elastischer Spannungen Heyns auffassen.

Folgerungen aus dem Lockerbau der Realkristalle

Das konstitutionelle Vorhandensein von Lockerstellen im Molekularbau der Realkristalle legt die Erwartung nahe, daß submikroskopische Gebilde dieser Art unter geeigneten Versuchsbedingungen so weit vergröbert werden können, bis sie schließlich der makroskopischen Beobachtung unmittelbar zugänglich geworden sind. Beispiele solcher Art liefern die eindrucksvollen Untersuchungen von H a u s s e r an großen Kupfereinkristallen[39]), die selbsttätige Bildung kristallographisch begrenzter makroskopischer Kanäle im Fließkegel verformter Aluminium-Einkristalle[40]), das gelegentlich gefundene Auftreten großer Kristalle, die aus vielen parallel orien-tierten Körnern zusammengesetzt sind und dennoch da Röntgenbild eines Einkristalles besitzen[41]). Auch wen die grundsätzliche Inhomogenität der Realkristalle nich in so ungewöhnlichem Maße gesteigert ist, wie bei de vorgenannten Fällen, mag sie in Nachwirkungserschei-nungen zum Ausdruck kommen können, die sonst nu bei vielkristallinen Körpern beobachtet sind[42]).

Eine weitere, jederzeit leicht beobachtbare Äußerun solcher Inhomogenitäten ist in der besonderen Art de chemischen Angriffes auf Kristalle vorhanden, den Kor-rosionserscheinungen; die für die praktische Metallkund so wichtige Ätzfigurenbildung wurde von mineralogische Seite schon vor langer Zeit als Folge gewisser Ab-weichungen vom idealen Kristallbau erkannt[43]).

Nachdem die Ursachen der niedrigen Festigkeits-ziffern der Realkristalle durch das Vorangegangene we-nigstens in ihren Grundzügen als aufgeklärt gelte dürfen, kann ich zum Abschluß noch auf die eingang angedeutete Frage nach einer willkürlichen Beeinfluß-barkeit der Kristallfestigkeit zurückkommen und dere Beantwortung versuchen. Wenn wir annehmen, daß di molekularstatistische Entstehungsursache der Locker-stellen, zumindest gegenwärtig, noch keinerlei nennenswer-ten Angriffspunkt bietet, so scheinen hierzu nur zwei ver-schiedene Möglichkeiten in Betracht zu kommen: Ver-änderung der Lockerstellenwirkung durch Einlagerun von Fremdatomen und Herabsetzung der Lockerstellen-anzahl im Kristall durch Kornverkleinerung; beides Wege die von der empirisch vorgehenden Praxis schon längs erfolgreich beschritten worden sind.

Da die Ausscheidung geringer Mengen von Ver-unreinigungen bei der Kristallisation auf die Locker-stellen beschränkt sein wird, kann man mit einer seh geringen Mischbarkeit ($\leq$ 0,1 vH) aller festen Stoff untereinander rechnen; sie findet u. a. ihren Ausdruck i dem Auftreten sehr kurzer Mischkristallreihen, kann abe auch noch anderweitig belegt werden[44]). Die durch solch Zusätze ohne gleichzeitige Kornverkleinerung erreich-bare Härtung beschränkt sich auf eine Steigerung de von den schon anfänglich vorhandenen Lockerstellen aus-gehenden Gleitflächenblockierung[45]). Vielfach wirkt de natürliche Verunreinigungsgehalt der Werkstoffe schon in diesem Sinne, da bei fortschreitender Reinigung z. B eine Abnahme der Elastizitätsgrenze eintreten kann[46]). Is der Fremdzusatz so beschaffen, daß er bereits bei der Ein-lagerung in die Lockerstellen Abweichungen von de Parallelstellung der angrenzenden ideal gebauten Kristall-gittergebiete bewirkt, so muß schon durch sehr gering Zusatzmengen (z. B. 0,1 vH) eine mehr oder minder be-deutende Herabsetzung der Korngröße eintreten, womi die Wirksamkeit geringer Fremdzusätze gedeutet ist, de in der neuzeitlichen Legierungstechnik eine so groß Rolle zukommt.

Denkt man die Kristallgröße so weitgehend herab-gesetzt, daß der Kristall nur einzelne oder gar kein Lockerstellen mehr besitzt, so dürfte nach dem Voran-gegangenen eine Gleitebenenbildung, und somit plastisch Verformung, überhaupt nicht mehr möglich sein. Di Verwirklichung und Überprüfung dieser Folgerung stöß auf die Schwierigkeit der Herstellung beständiger äußerst feinkörniger Werkstoffe, sowie die Unsicherhei einer zutreffenden Beurteilung der dann sehr wesentliche Korngrenzenwirkung auf die Festigkeit. Die erforder-liche Verminderung der Korndurchmesser auf etwa 10^{-6} cm scheint bisher nur an künstlich abgeschiedenem

34) A. E. van A r k e l, Physica Bd. 5 (1925), S. 208; K. B e c k e r, Z. f. Phys. Bd. 42 (1927), S. 226.

35) v. G ö l e r und G. S a c h s, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927), S. 410; W. G e i ß und J. A. M. L i e m p t, Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), S. 631.

35a) A. S m e k a l, Wien. Anz. 1928.

36) s. A. E. v. A r k e l und P. K o e t s, Z. f. Phys. Bd. 41 (1927), S. 701; A. E. A r k e l und M. G. v. B r u g g e n, Z. f. Phys. Bd. 42 (1927), S. 795.

37) J. C z o c h r a l s k i, Moderne Metallkunde, Berlin 1924, vergl. jedoch namentlich S. 232/3.

38) s. G. T. B e i l b y, Aggregation and flow of solids, London 1921.

39) K. W. H a u s s e r und P. S c h o l z, Wiss. Veröff. Siemens-K. Bd. 5 (1927), S. 144.

40) R. K a r n o p und G. S a c h s, Z. f. Phys. Bd. 41 (1927), S. 116, Abb. 5 und 6.

41) F. S. T r i t t o n, Metallurgist, 24. Juni 1927 (Fe); C. J S m i t h e l l s und H. P. R o o k s b y, Nature Bd. 120 (1927) S. 226 (W).

42) Bauschingereffekt bei Messingeinkristallen: G. S a c h s un H. S h o j i, Z. f. Phys. Bd. 45 (1927), S. 776.

43) F. B e c k e, Tscherm. Min. Mitt. Bd. 7 (1886), S. 207; Bd. 8 (1887), S. 291; Bd. 11 (1890), S. 385; Lotos Bd. 14 (1894) S.-A. S. 12, 17.

44) Z. B. auf Grund der Phosphoreszenzeigenschaften eine lückenlosen Mischkristallreihe, vergl. R. und H. T o m a s c h e k Ann. d. Phys. Bd. 84 (1927), S. 1047, § 21, II.

45) P. L u d w i k, Z. Bd. 69 (1925), S. 349. Vielleicht ist auc das Auftreten gekrümmter Gleitlinien in α-Eisen bei mehr als 0,1 vH Kohlenstoffgehalt hierher zu zählen; G. T a m m a n n und H. H M e y e r, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927), S. 85.

46) E. S c h m i d, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927), S. 154; Zahlen-fel 1; F. R o s b a u d und E. S c h m i d, Z. f. Phys. Bd. 32 (1925) S. 197.

Graphit hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Festigkeitseigenschaften genauer verfolgt worden zu sein. Während gewöhnlicher Graphit höchstens die Ritzhärte eins besitzt, steigt die Härte mit abnehmender Korngröße immer mehr an, um bei einem Korndurchmesser von 10^{-6} cm den Höchstwert neun (Korundhärte) anzunehmen[47]). Da die Härte bei weiterer Kornverkleinerung — offenbar infolge des Überwiegens der hier gegensätzlichen Korngrenzenwirkung — rasch abfällt, scheint die Theorie auch in diesem Falle Bestätigung zu finden. — Gerade diese Schwierigkeit der Einschätzung des Korngrenzeneinflusses auf die Festigkeitseigenschaften zeigt, wie sehr die vorstehenden Betrachtungen zur Festigkeit des einzelnen Kristallkornes nur als eine Vorstufe zu betrachten sind für eine künftige Erfassung der vielkristallinen Werkstoffeigenschaften. [B 1221]

[47]) E. Koch-Holm, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 6 (1927) S. 188.

Graphische Bestimmung des Winkelverhältnisses bei der Wärmestrahlung

Von der Wärmeemission $E\,\mathrm{d}f_1$ eines strahlenden Flächenteilchens $\mathrm{d}f_1$ gelangt nach dem Lambertschen Strahlungsgesetz nur die Wärmemenge

$$\mathrm{d}^2 Q = \frac{E\,\mathrm{d}f_1 \cos\alpha_1 \cos\alpha_2\,\mathrm{d}f_2}{\pi r^2}$$

zu einem Oberflächenteilchen $\mathrm{d}f_2$ eines zweiten, Wärmestrahlung aufnehmenden Körpers. In dieser Gleichung ist r der Abstand zwischen den beiden Flächenteilchen. α_1 und α_2 sind die Winkel der Verbindungsgeraden der beiden Flächenteilchen mit den auf ihnen errichteten Senkrechten. Führt man den räumlichen Winkel $\mathrm{d}\omega$ ein, unter dem man das Teilchen $\mathrm{d}f_2$ vom Teilchen $\mathrm{d}f_1$ aus sieht, so wird

$$\mathrm{d}^2 Q = \frac{E\,\mathrm{d}f_1 \cos\alpha_1\,\mathrm{d}\omega}{\pi}.$$

Integriert man über die ganze Oberfläche F_2 des Körpers, der die Wärmstrahlung aufnimmt, so wird

$$\mathrm{d}Q = \frac{E\,\mathrm{d}f_1}{\pi}\int^{\omega_0}\cos\alpha_1\,\mathrm{d}\omega.$$

Dabei ist das Integral über den Winkel ω_0 zu nehmen, unter dem man den Körper vom Flächenteilchen $\mathrm{d}f_1$ aus sieht. Das Winkelverhältnis φ ist der Bruchteil der gesamten Strahlung des Flächenteilchens $\mathrm{d}f_1$, der den andern Körper trifft. Es ist also auch

$$\mathrm{d}Q = \varphi\,E\,\mathrm{d}f_1.$$

Der Vergleich der beiden letzten Gleichungen liefert

$$\varphi = \frac{1}{\pi}\int^{\omega_0}\cos\alpha_1\,\mathrm{d}\omega.$$

Dieses Integral und damit das Winkelverhältnis kann zeichnerisch ermittelt werden, wie in Abb. 1 für ein Beispiel gezeigt ist. Man legt durch das Flächenteilchen $\mathrm{d}f_1$ eine Ebene, die den strahlenden Körper berührt, und schlägt um den Mittelpunkt des Teilchens eine Kugel vom Halbmesser 1. In Abb. 1 liegt das Teilchen $\mathrm{d}f_1$ im Punkt A der xy-Ebene. Die Senkrechte auf das Flächenteilchen, also die Parallele zur z-Achse, bildet dann mit dem räumlichen Winkel $\mathrm{d}\omega$ den Winkel α_1. Die Größe des Winkels $\mathrm{d}\omega$ ist gleich der Schnittfläche des Strahlenkegels $\mathrm{d}\omega$ auf der Einheitskugel. $\cos\alpha_1\,\mathrm{d}\omega$ ist dann die Projektion dieser Schnittfläche auf die den Körper berührende Ebene. Aus der Integration von $\cos\alpha_1\,\mathrm{d}\omega$ über die Fläche F_2 folgt, daß man vom Flächenteilchen den Berührungskegel an die bestrahlte Fläche F_2 zu ziehen hat; die Schnittlinie dieses Kegels mit der Einheitskugel ist dann auf die Tangentialebene zu projizieren.

Der Flächeninhalt der so entstehenden geschlossenen Linie ist, durch π geteilt, das gesuchte Winkelverhältnis φ der Strahlung.

In Abb. 1 ist $a\,b\,c\,d$ die Fläche, die vom Punkt A aus bestrahlt wird. Der Berührungskegel $A\,a\,b\,c\,d$ schneidet die Einheitskugel um A in der Fläche $\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta$. Deren Projektion auf die xy-Ebene ergibt die Linie $\alpha_1\,\beta_1\,\gamma_1\,\delta_1$, deren Inhalt, durch π geteilt, das Winkelverhältnis φ ist. Da der Schnittkreis der Einheitskugel mit der xy-Ebene, die in Abb. 1 auch eingezeichnet ist, den Inhalt π hat und da sich bei einer schiefwinkligen Parallelprojektion die Inhalte der in einer Ebene liegenden Flächen in gleichem Verhältnis ändern, so läßt sich das Winkelverhältnis φ aus Abb. 1 ableiten als das Verhältnis der schraffierten Fläche $\alpha_1\,\beta_1\,\gamma_1\,\delta_1$ zum Inhalt der Ellipse.

In Abb. 1 ist die schiefwinklige Darstellung der Anschaulichkeit halber gewählt. Bei der praktischen Anwendung kann man einfacher mit orthogonaler Projektion arbeiten. [M 1146]

München Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Nußelt

Abb. 1
Konstruktion des Winkelverhältnisses.

Brennstofftagung London 1928[1])

Die diesjährige Teilkonferenz der Weltkraftkonferenz, die in London vom 24. September bis 6. Oktober 1928 als Brennstofftagung stattfindet, behandelt in fünf großen Klassen die technischen und wirtschaftlichen Fragen der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe, insbesondre ihre Verwertung, neben allgemeinen Gegenständen, wie der Ausbildung in Brennstofffragen usw. Jede Brennstoffgruppe soll nach Zusammensetzung, Einteilung, Herstellung usw. behandelt werden, so daß alle heute belangreichen Brennstoffprobleme geschlossen dargestellt werden.

Deutschland hat, wie in Heft 5 S. 164 d. J. bekanntgegeben, 17 Beiträge zur Verfügung gestellt, für welche technische und wirtschaftliche Spitzenverbände die Patenschaft übernommen haben. Alle Beiträge werden durch das britische nationale Komitee gesammelt und von Generalberichtern, die für jede Klasse und ihre Unterabteilungen bestellt sind, bearbeitet; die für die Aussprache geeigneten wesentlichen Fragen werden hierbei ausgesondert und auf der Tagung besprochen.

Zur Teilnahme an der Brennstofftagung berechtigt die Zahlung des Mitgliedbeitrags von 30 s. (Für Mitglieder der dem Deutschen Nationalen Komitee angeschlossenen Verbände 20 s). Für Deutschland sammelt das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27 (Ingenieurhaus), die Anmeldungen. Von dort werden alle weiteren Angaben für die Teilnahme an der Konferenz übermittelt. Auch wenn die Teilnahme heute noch nicht feststeht, wolle man sich melden, damit ein Überblick über die Zahl der deutschen Teilnehmer gewonnen werden kann.

Damen dürfen die Teilnehmer begleiten. Die englische Organisation der Brennstofftagung wird sich bemühen, ihnen den Aufenthalt in London durch Besichtigungen usw. angenehm zu machen.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 164.

Die stetigen Förderer der Verladeanlage auf Gräfin Johanna-Schacht in Bobrek O.-S.

Von Dr.-Ing. W. Franke, Dresden

Linienführung der zum Kabelkran (vergl. Heft 18 S. 581) führenden stetigen Förderer und Einzelheiten insbesondere der Stahlförderbänder im Bandkanal unter den Erdbunkern, der über die Gleisanlagen zum Bestandbunker führenden Förderbrücke, der Brücke vor dem Nachtbunker und der anschließenden Schrägbrücke — Aufbau und Arbeitsweise der verwendeten Pendelbecherwerke — Erweiterungsmöglichkeiten der Gesamtanlage.

Nachdem ich in Z. Nr. 18 vom 5. Mai S. 581 die Gesamtanordnung der Bestandsturz- und Rückverladeanlage sowie den Kabelkran beschrieben habe, seien im folgenden die zum Kabelkran heranführenden stetigen Förderer behandelt.

Diese Förderanlagen, Bauart Pohlig, geben die Bestandkohle an den unteren Teil des großen Bunkers ab, an dessen Ausläufen die Kabelkrankübel gefüllt werden; anderseits werden bei der Rückverladung der gestürzten Kohle durch den Greifer die oberen Bunkerzellen aufgefüllt, die wiederum die Kohlen auf die stetigen Förderer überleiten. Der Fördervorgang der Kohlen von der Gewinnung bis zur Übernahme vom Kabelkran spielt sich etwa folgendermaßen ab[1]):

Die aus dem Schacht kommenden Grubenhunte der Tagesförderung werden auf hochliegenden Brücken über eine ausgedehnte Gleisanlage der Aufbereitung zugeführt und mit Wippern entleert. Überschüssige Förderung von Sonn- und Feiertagen und besonders von Nachtschichten wird an einem Nachtbunker, der diesseits der vorerwähnten Gleisanlage liegt, abgegeben.

Von hier aus werden die Kohlen in eine bereits früher gebaute Elektrohängebahn mittels Schurren abgezogen und einem langgestreckten Lagerplatz, der sich zwischen der erwähnten und einer zweiten Gleisanlage befindet, zugeführt. Diese Elektrohängebahn ist eine Ringbahn mit zwei parallelen Strängen, die an beiden Enden durch einen Bogen geschlossen und in der Mitte durch ein Bogenstück mit Klappweichen verbunden sind. Außerdem ist noch eine längere Ausweiche vorgesehen.

Förderbänder und Pendelbecherwerke

Der alte Lagerplatz kann 6 bis 7 m hoch mit Kohlen aufgeschüttet werden. Unterhalb des einen Stranges der Elektrohängebahn liegen mehrere trichterförmige Erdbunker aus Eisenbeton. Unter diesen läuft ein unterirdischer betonierter Kanal, der mehrere hintereinander angeordnete Stahlförderbänder enthält, Abb. 1 bis 3. Die Bunkerausläufe haben wagerechte Schieberverschlüsse, die durch Handrad und Zahnstange geöffnet werden. Soll irgendeine Kohlenart von diesem Lagerplatz der Aufbereitung zugeführt werden, so wird an der Lagerstelle der Schieber des Erdbunkers geöffnet, und die Kohlen strömen über eine Aufgaberutsche dem Stahlband zu, das sie wieder rückwärts in Richtung auf den Nachtbunker befördert. Dann gehen die Kohlen auf ein rechtwinklig zu den Bändern im Kanal liegendes Stahlband üb Dieses geht zunächst unterirdisch wagerecht unter d Nachtbunker hindurch und steigt dann etwa unter 4 zu der Aufbereitanlage an, um in dieser wie wagerecht zu verlaufen und die Kohlen abzuwerf Auch aus dem Nachbarbunker können die Kohlen unmit bar durch die beiden Zellenbänder, die unter ihm h durchführen, abgezogen werden. Für den Kohlenab durch die dem Nachtbunker vorgelagerten Erdbunker ein kleines, besonderes Stahlband für Vor- und Rü wärtsbewegung angeordnet, das die Kohle entweder d einen oder dem andern Zellenband zuführt.

Da der hier erwähnte alte Lagerplatz den wachs den Anforderungen auf Stapelung des umfangreicher wordenen Förderüberschusses nicht mehr genüg wurde der neue ausgedehnte, dreieckige Bestandpl in dem spitzen Winkel zwischen den Gleisanlagen den Bestandsturz gewählt. Die überschüssige Kohlenf derung wird aus dem Nachtbunker auf ein Stahlförderba (Zellenband) von 950 mm Zellenbreite und 250 t St denleistung abgezogen. Dieses Band, Abb. 4 und 5, lä längsseit des Bunkers in niedriger Höhe und parallel der darüberliegenden Elektrohängebahn und wird aus de selben Auslauföffnungen des Nachtbunkers beladen, du die auch die Elektrohängebahnwagen gespeist werden. diesem Zweck ist zwischen der Auslaufschurre der El trohängebahnwagen und der tieferliegenden Schurre d Zellenbandes ein gelenkig gelagertes Zwischenstück a geordnet, das herunterklappbar ist und beide Schurren gleicher Auslaufneigung verbindet. Das Stahlband ste hinter dem Nachtbunker bis zu einer Höhe von etwa 14 an und wirft die Kohle in die auf der Brücke laufend stetigen Förderer ab, die rechtwinklig zu vorgenannt Stahlband liegt.

Diese rd. 84 m lange Brücke, Abb. 6 bis 11, befind sich mit 9,2 m Unterkantenhöhe über Fußboden, überquert daher nicht nur die Gleisanlage und d Elektrohängebahn des alten Lagerplatzes, sondern ka auch unterhalb des einen Endes, und zwar über der erst Gleisanlage, einen Bunker tragen, aus dem Eisenba wagen mittels Schurre beladen werden. Nach der ande Seite dehnt sich die Brücke über die zweite Gleisanla bis zur neuen Bunkeranlage, dem Bestandplatzbunker, a

Dieser Bunker *c* dient einerseits zur Aufnahme d vom Nachtbunker ankommenden Fördergutes und and seits zur Weiterleitung der aufgenommenen Kohlen a den sektorförmigen neuen Bestandplatz, ferner zur Rü

[1]) Vergl. Z. Nr. 18 S. 58?, Abb. 1.

Abb. 1 bis 3. Anordnung der Stahlbänder in

a Schieberverschlüsse *b* Spannvorrichtungen *c* Bandantrieb

Abb. 4 und 5
Bandbrücke unter dem Nachtbunker und Schrägbrücke.
a_1, a_2 Aufgabeschurren
b Durchgangsprofil der Elektrohängebahn
c Kanal für Stahlförderband
d Pendelbecherwerk

leitung der Bestandplatzkohle zur Aufbereitungsanlage oder Abfuhr. Aus diesem Grunde muß der Bunker zwei übereinander angeordnete Reihen von Zellen haben. Die Kohlen des Nachtbunkers werden durch das ansteigende Stahlband entweder an das Hauptband von 950 mm Breite und 250 t/h Leistung in der querlaufenden Brücke oder aber an ein Pendelbecherwerk von 280 l Becherinhalt und ebenfalls 250 t/h Leistung in der gleichen Brücke abgegeben. Diese beiden stetigen Förderer laufen in der Brücke nebeneinander; während sich jedoch das Stahlband von dieser Überladestelle bis zum Bestandbunker erstreckt, geht das Pendelbecherwerk von dem einen Ende der Brücke über die Gleisanlagen in den gleichen Bunker. Die Kohlen werden in eine der unteren Zellen des Bestandbunkers *c* abgeworfen. Diese Zellen, die aus Eisenbeton bestehen, haben Schieberverschlüsse, die durch Druckluftzylinder geöffnet und geschlossen werden.

Bei der Rückverladung vom Bestandplatz gibt der Greifer des Kabelkranes seinen Inhalt an die beiden oberen Bunkerzellenreihen ab. Die Ausläufe dieser Zellen sind unterhalb mit Schieberverschlüssen versehen, die durch Kettenrad geöffnet werden können, um ihren Inhalt über Rutschen hinweg durch Füllmaschinen an das bereits erwähnte Pendelbecherwerk, oder aber über eine Aufgabevorrichtung an das Stahlband abzugeben. Während das Pendelbecherwerk sich stets in einem Richtungssinne bewegt, hat das Stahlband einen für Vor- und Rückwärtsbewegung eingerichteten Antrieb. Da das Becherwerk sich von der Bunkeranlage bis zum andern Ende der Brücke ausdehnt, so können die Becher in den in der Eisenkonstruktion eingebauten Blechbunker entleert werden. Der Bunker hat Ausläufe nach zwei Seiten, so daß man gleichzeitig Eisenbahnwagen auf zwei nebeneinanderliegenden Gleissträngen beladen kann. Zu diesem Zwecke können von der Brücke aus Rundschieber und vorgelagerte Rutschen des Bunkers betätigt werden.

Das vom Bestandbunker kommende, neben dem Pendelbecherwerk herlaufende Stahlband geht bis zur Beladestelle des vom Nachtbunker herangeführten ansteigenden Zellenbandes. Die rückwärts geförderten Kohlen fallen an diesem Ende auf eine Rutsche, die ungefähr bis auf den Erdboden führt. Hier befindet sich der Erdbunker *f*, Abb. 6 bis 8, in den die Kohle fällt, um dann auf das darunter befindliche Stahlband zu gelangen, das die Verbindung mit den zur Aufbereitanlage führenden Förderern herstellt.

Die bei dieser Anlage weitgehend verwendeten Pendelbecherwerke und Stahlbänder führen feinkörniges oder grobstückiges Fördergut in einem ununterbrochenen Strome gleichmäßig und stetig mit sich. Außerdem sind diesen Förderern als Grundelemente Ketten gemeinsam, die in einem bestimmten Abstand liegen. Die doppellaschigen Stahlketten sind über durchgehende Rundeisen mit Stahlbüchsen verbunden. Auf diesen sitzen zwischen den Kettenlaschen Rollen mit Dauerschmierung, auf denen die Pendelbecherwerke oder Stahlbänder bewegt werden können, Abb. 12 bis 14. Der Unterschied zwischen Stahlförderband und Pendelbecherwerk besteht in den Aufnahmebehältern für das Fördergut, die zwischen den Laschenketten angeordnet sind. Bei den Stahlförderbändern dient als Aufnahmebehälter ein langes ununterbrochenes, trogförmiges Band, das aus einzelnen U-förmigen Gliedern besteht, die etwas übereinandergreifen, so daß an keiner Stelle, auch nicht an dem Ablenkpunkt aus der bisherigen Richtung, Gut seitlich oder zwischen den Gliedern hindurchfallen kann. Ein derartiges Band bezeichnet man als Trogband, das nur für wagerechte oder ganz schwach ansteigende Beförderung verwandt wird. Pendelbecherwerke haben an

Bandkanal unter den Erdbunkern zur Rückverladung.
mit Überladeschurren *d* Bandkanal *e* Erdbunker

Abb. 9 bis 11
Stützen der Förderbrücke.

Stelle des Stahlbandes, also des Zellen- oder Trogförderers, muldenförmige Becher, die an den durchgehenden Bolzen der Laschenketten pendelnd angehängt sind. und zwar so, daß sich die Becher bei jeder Förderrichtung sowohl wagerecht als auch senkrecht infolge der Schwerpunktlage unter dem Unterstützungspunkt in gleicher Stellung befinden.

Füll- und Entleervorrichtungen

Das Fördergut wird den Pendelbecherwerken durch besondere Füllvorrichtungen, sogenannte Zylinderfüller, übermittelt, Abb. 15 bis 18. Diese haben auf der Mantelfläche Öffnungen, die genau mit den Becheröffnungen übereinstimmen. Diese Füller werden durch die Laschenketten gleichmäßig in Umdrehung gesetzt, so daß stets eine Mantelöffnung über eine Becheröffnung zu stehen kommt. Stahlband und Pendelbecherwerk werden auf verschiedene Art entleert. Trogbänder und Zellenbänder können das Gut nur an den Umkehrstellen der Ketten selbsttätig abgeben. Pendelbecherwerke werden nur auf wagerechter Strecke entleert, und zwar werden sogenannte Entladefrösche, die in der Hauptsache aus senkrecht stehenden Anschlagblechen bestehen, verwandt. Durch diese werden die Becher unter Vermittlung von an den Stirnwänden angebrachten Nocken zum Kippen gebracht, sie geben dadurch ihren Inhalt in darunter befindliche Sammelbehälter ab.

Im vorliegenden Fall sind diese Entladefrösche verfahrbar angeordnet und können mittels einer Zugvorrichtung bewegt werden, so daß die Becher an jedem gewünschten Punkt ihren Inhalt abgeben können.

Ebenso können diese Entladefrösche ausgerückt werden, so daß die Becher ungekippt durchlaufen; ferner kann erreicht werden, daß z. B. jeder zweite Becher gekippt werden kann. — Die Rollen der Laschenketten haben genügend große Fettkammern, um Schmiermittel

Abb. 12 bis 14
Pendelbecherwerkkette mit gekröpften Laschen und Stahlbüchsen.

Abb. 6 bis **8**
Über die Gleisanlagen zum Bestandbunker führende Förderbrücke.

a Elektrohängebahnstützen
b Überladung mittels ausrückbaren Frosches
c Bestandplatzbunker
d Zubringewagen für den Kabelkran
e Druckluft-Schieberverschluß
f Erdbunker

für längere Zeit aufzunehmen. Sie werden an einer bestimmten Stelle mittels Luftdruckpumpen mit Öl gefüllt. Jeder stetige Förderer wird durch einen Elektromotor angetrieben, der mit einem Zahnradvorgelege in Verbindung steht. Dieses vermindert die Drehzahl auf die erforderliche Geschwindigkeit und läuft in einem geschlossenen Räderkasten, der mit Öl gefüllt ist. Der Kraftbedarf für das auf der Brücke laufende Pendelbecherwerk beträgt etwa 19 PS, für das daneben laufende Stahlförderband etwa 10 PS, das ansteigende Band vom Nachtbunker zur Brücke braucht etwa 19 PS. Durch eingebaute Kettenspannvorrichtungen werden der Lauf und die gleichmäßige Spannung der Ketten durch Federn geregelt.

Erweiterung

Durch die in allen Einzelheiten beschriebene geschickte Lösung des Förderproblems mit Kabelkran für die Bestandplatzbedienung ist außerdem in verhältnismäßig einfacher Weise eine praktische Erweiterungsmöglichkeit mit Verdoppelung der Förderleistung dadurch gegeben, daß eine zweite Kabelkrananlage von gleichen Abmessungen auf demselben Platz aufgestellt werden kann, die mit der ersten den feststehenden Turm am Bestandbunker gemeinsam hat. Diese zweite Anlage wird sich dann mit dem bereits bestehenden Kran in die Bedienung der sektorförmigen Lagerfläche teilen. Die Gesamtförderleistung dürfte dann bis zu 500 t/h betragen, und die nach dem Bestandbunker führenden stetigen Förderer ergeben in bezug auf die Leistung die gleiche Zahl.

Daß diese Lösung der vorgeschriebenen Förderaufgabe nicht vereinzelt dasteht, beweist eine zweite, im Bau begriffene, ganz ähnliche Anlage auf der zum gleichen Konzern gehörigen, benachbarten Hohenzollerngrube.

Die Kabelkrananlage, einschließlich des Zubringewagens, wurde von der Firma Adolf Bleichert & Co., A.-G., Leipzig, angefertigt und aufgestellt. Die zur neuen Lieferung gehörigen stetigen Förderer und die bereits früher gelieferte Elektrohängebahn stammen aus den Werken der Firma J. Pohlig, A.-G., Köln[2]).

Abb. 15 bis **18**
Arbeitsweise eines Zylinderfüllers (Bauart Pohlig) für die Pendelbecherwerke.

[2]) Den genannten Firmen sei an dieser Stelle der verbindlichste Dank für Ueberlassung der Unterlagen ausgesprochen, ebenso Herrn Bergwerksdirektor Mies (Gräfin Johanna-Schacht) für die Erlaubniserteilung zur Besichtigung aller Förderanlagen während des Betriebes.

[B 1150]

Grundzüge der maschinenmäßigen Kohlengewinnung im Kokskohlenbergbau Nordamerikas

Von Bergassessor Dr. Hermann Reusch, Hervest-Dorsten

Nach kurzem Eingehen auf die geologischen und betriebswirtschaftlichen Grundlagen des nordamerikanischen Kokskohlenbergbaues wird die Betriebsorganisation für maschinenmäßige Kohlengewinnung geschildert. Der Einsatz ganzer Gruppen von Vorortmaschinen unter Verwendung von Elektrizität als Kraftquelle ist dem amerikanischen Bergmann das wichtigste Mittel zur Rationalisierung der Betriebe, wobei leistungsfähige Fördereinrichtungen Voraussetzung sind. Gleichzeitig mit der Mechanisierung strebt man nach einer durchgreifenden Vereinheitlichung auf allen Gebieten bergbaulicher Tätigkeit.

Der deutsche Bergmann ist mit Recht stolz auf die Jahrhunderte alte Überlieferung seines Berufes. Es wird für ihn darum stets besonders reizvoll bleiben, den Wegen und Zielen der bergbaulichen Entwicklung eines Landes nachzugehen, das unbeschwert von den starken Fesseln der Tradition seine Bergbauindustrie aufbaut. Damit erklärt sich das Interesse, dessen sich der Bergbau Nordamerikas in den letzten Jahren in stets steigendem Maß erfreut. Die besonderen Bedingungen des Arbeitsmarktes und die schwankenden Wirtschaftsverhältnisse der Neuen Welt haben in den Vereinigten Staaten in ganz besonders raschem Fortschritt auf eine Mechanisierung der Kohlengewinnung hingedrängt. Nachstehend soll versucht werden, die Grundzüge dieser Entwicklung kurz darzulegen.

Grundlagen des amerikanischen Kohlenbergbaues

Sortenmäßig unterscheidet man in Amerika zwischen Anthrazit oder Hartkohle, Kokskohle oder Weichkohle und Braunkohle. Der Anthrazit nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als sein Vorkommen beschränkt ist; das hat ihm eine Art Monopolstellung verschafft, die sich in übermäßig hohen Verkaufspreisen und entsprechend hohen Betriebsgewinnen auswirkt. Der Anthrazitbergbau hat damit ein ganz besonderes Gepräge erhalten; es hat sich sogar aus deutschen und schottischen Abbauverfahren so etwas wie eine bergmännische Überlieferung herausgebildet, ein für Nordamerika immerhin erstaunlicher Vorgang; ja es gibt dort sogar eine Art von Syndikat auf halb geschäftlicher und halb verwandtschaftlicher Grundlage, da sich wenige Familien in den Besitz der hier in Frage kommenden Lagerstätten teilen.

Die Gewinnung der Braunkohle unterscheidet sich grundsätzlich nicht von den in Deutschland üblichen Verfahren, und das gleiche gilt für die Weichkohle, soweit Tagebau in Frage kommt. Neue und ausgesprochen amerikanische Ideen finden sich aber beim Abbau der amerikanischen Kokskohle im Tiefbau, und hier ist vieles entwickelt worden und noch in der Entwicklung, was für unsern Bergbau in Zukunft noch recht befruchtend sein kann.

Die Kokskohlenflöze, die unter den heutigen Verhältnissen in Nordamerika wirtschaftlich abgebaut werden können, liegen durchweg in nicht allzu großer Teufe. Die Lagerung ist im allgemeinen söhlig oder flach geneigt. Störungen sind selten. Bezüglich der Mächtigkeit der amerikanischen Kokskohlenflöze bestehen in Deutschland vielfach recht übertriebene Vorstellungen, die m. E. dadurch bedingt sind, daß der Amerikaner in berechtigtem Stolz auf sein Land und die Quellen seines Reichtums dem Besucher nur ungern schlechte Vorkommen zeigt. Stollenbau und Schachtbau teilen sich je etwa zur Hälfte in die Gesamterzeugung der Vereinigten Staaten an Kokskohle.

Amerika befindet sich, wenn man vom Osten des Landes absieht, heute noch in einem absolut kolonialen Entwicklungsstadium. Dieser Zustand ist gekennzeichnet durch Vergeudung von Rohstoffen und Vergeudung von Material auf der einen und durch äußerste Sparsamkeit in bezug auf Arbeitskraft und Zeit auf der andern Seite. In den Schlüsselindustrien des Landes prägt sich diese Einstellung ebenso scharf aus wie in der Weiterverarbeitung und in der Verfeinerung.

Damit sind die grundlegenden Unterschiede, die der amerikanische Bergbau gegenüber dem deutschen Bergbau, und zumal dem Bergbau an der Ruhr aufweist, betriebswirtschaftlich im wesentlichen begründet. Die Abbauverfahren sind verhältnismäßig roh und primitiv. Hohe Abbauverluste sind eine selbstverständliche Begleiterscheinung auch der besten amerikanischen Abbauverfahren; denn Kohle ist in den Staaten immer noch der billigste Bergeversatz und der billigste Ausbau. Dazu kommt eine Einstellung gegenüber dem Konto Materialienverbrauch und eine Großzügigkeit in der Beschaffung und Verfügung über Maschinen und Maschinenersatzteile, die mit den sparsamen Grundsätzen deutscher Betriebführung unvereinbar ist.

Eine solche Einstellung hat nur in einem Koloniallande, wie Amerika es eben ist, ihre Berechtigung. Sie ist bezüglich der Abbauverluste vertretbar unter dem Gesichtspunkte, daß der Kohlenreichtum Amerikas außerordentlich groß ist und daß der scharfe Wettbewerb, der durch die bestehenden losen Erzeugergemeinschaften merklich nicht gemildert wird, jeden Bergwerkbesitzer zwingt, allgemeine volkswirtschaftliche Gesichtspunkte vielfach zu vernachlässigen. Bezüglich der Materialverschwendung darf nicht übersehen werden, daß auf Grund der hohen Löhne für Handarbeiter Ausbesserungen übermäßig teuer sind und daß die Wiedergewinnung einmal verarbeiteter Werkstoffe nur in seltenen Fällen wirtschaftlich ist. Damit sind die Voraussetzungen für verschwenderisches Wirtschaften durchaus gegeben.

Vorbildlich ist die auf den meisten amerikanischen Gruben durchgeführte Zusammenfassung des Betriebes. Die auf diesem Gebiet erzielten Erfolge werden begünstigt durch die gleichmäßige flache Ablagerung der Flöze und die guten Gebirgsverhältnisse und erzwungen durch die Lage des amerikanischen Arbeitsmarktes, der dem Bergbau gelernte Hauer so gut wie gar nicht, ungelernte Arbeiter aber nur in sehr beschränkter Zahl zur Verfügung stellen kann. Voraussetzung für den Erfolg war jedoch das außerordentliche organisatorische Geschick des Amerikaners für die Ausbildung von Arbeitsverfahren.

Anwendung der Bergbaumaschinen

Das wichtigste Mittel zur Durchführung der Zusammenfassungsbestrebungen ist dem Amerikaner die Maschine, weil sie zwangläufig zur Betriebzusammenfassung und zur Durchorganisierung der einzelnen Arbeitsvorgänge führt. Der Einsatz der Maschinen im amerikanischen Bergbau erfolgt in Gruppen, deren einzelne Glieder aufeinander abgestimmt sind. Das ist ein Grundsatz, der wohl bisher in unserm heimischen Bergbau wenig Beachtung gefunden hat.

Der Einheitsmaschinensatz besteht aus einer Großschrämmaschine, einem Bohrwagen, einer Lademaschine und einer entsprechenden Anzahl von Zubringelokomotiven. Die Normalleistung für einen solchen Satz war zur Zeit meines Aufenthaltes in den Staaten 200 Tonnen[1]) in der zwölfstündigen Schicht, doch waren damals bereits Sätze für 400 bis 600 Tonnen Schichtleistung in Konstruktion. Bestimmend für die Leistungsfähigkeit der ganzen Sätze ist vorläufig noch die Leistung der Lademaschinen, die die letzte Stufe in der Mechanisierung der amerikanischen Gruben darstellen. Sie sind verhältnismäßig jung und entwicklungsfähig;

[1]) In den Vereinigten Staaten rechnet man im Kohlenbergbau nach short tons, 1 ton = 2000 lbs. = 907 kg.

ihrer Verwendung und Vervollkommnung steht noch ein weites Feld erfolgversprechend offen.

Das Verhältnis des amerikanischen Bergmannes zu seinen Maschinen ist grundlegend verschieden von der deutschen Einstellung. Die Maschine ist ihm tatsächlich Freund und Helfer. Er behandelt sie pfleglich und ist immer bereit, Verbesserungen vorzuschlagen und Verfahren auszuklügeln, die ihm und der Maschine die Arbeit erleichtern. Der Konservativismus des deutschen Bergmannes gegen die Einführung von Neuerungen auf maschinellem Gebiet ist dem Amerikaner gänzlich fremd. Jede Verbesserung wirkt sich ja auch letzten Endes in einer Erhöhung des Leistungslohnes für ihn aus, und er ist im höchsten Maß bestrebt, aus sich selber, aus seinen Arbeitskameraden und aus der Maschine ein Höchstmaß von Leistungen herauszuholen.

Die amerikanischen Kohlengewinnungsmaschinen haben sich ursprünglich den bestehenden Abbauverfahren angepaßt. Die Entwicklung der Maschinensätze brachte aber bald eine Umstellung der Verhiebverfahren mit sich; der Abbau wurde der Mechanisierung angepaßt. Das ist ein weiter dornenvoller Weg gewesen. Erst in den letzten zwei bis drei Jahren haben sich aus unzähligen, kostspieligen Versuchen technisch einwandfreie und brauchbare Abbauarten herauskristallisiert, und zwar auf Grund von Erfahrungen und von Anregungen, die in Deutschland und wohl auch in England gesammelt worden sind. Der alte Pfeilerrückbau und Örterbau, das „room and pillar system“ wird damit durch Abbauverfahren mit breiten Verhiebfronten, wie das „block system“ und das „long face mining“, langsam verdrängt.

Der Betrieb der großen und leistungsfähigen Maschinensätze stellt naturgemäß ganz besonders hohe Anforderungen an die Förderung. Diese Aufgabe ist von den Amerikanern mit anerkennenswerter Großzügigkeit gelöst worden. Das Transportwesen hat sich in den Vereinigten Staaten an der Weite des Landes entwickelt und ist schlechthin vorbildlich. Die Übertragung der Erfahrungen, die man beim Betriebe der Eisenbahnen gesammelt hatte, auf den Bergbau, war dementsprechend das Gegebene. So finden wir in der Streckenförderung als Grundsatz: große Wageninhalte, schwere Lokomotiven, große Zuglängen, hohe Fördergeschwindigkeiten bei entsprechend schweren Schienenprofilen und scharfe Trennung von Zubringeförderung und Hauptförderung. Die Ausrüstung der Hauptförderwege mit selbsttätigen Signaleinrichtungen, telephonischer Zugmeldung und zum Teil auch mit Zentral-Stellwerken ist Selbstverständlichkeit. Für die Schachtförderung entspricht die Gefäßförderung (skip) am vollkommensten den Anforderungen des amerikanischen Bergmannes.

Anwendung der Elektrizität

Bei der erfolgreichen und verhältnismäßig raschen Durchführung der Mechanisierung im Bergbau der Vereinigten Staaten hat schließlich aber auch die Verwendung der Elektrizität als Antriebkraft eine ganz entscheidende Rolle gespielt. Elektrizität im Bergbau ist für den amerikanischen Bergmann eine schöne Selbstverständlichkeit. Zu einer Zeit, als wir, eingeengt durch bis ins kleinste gehende behördliche Bestimmungen, erst anfingen, wirtschaftliche Druckluftmotoren zu konstruieren, arbeitete man in Amerika, frei von staatlichem Zwang, bereits in großem Stile mit handlichen, normalisierten Elektromotoren, die naturgemäß dem Hersteller von Bergwerksmaschinen seine Aufgabe wesentlich erleichtern. Die großen Lademaschinen neuerer Ausführung haben bis zu fünf Einzelantriebmotoren erhalten. Derartige konstruktive Lösungen schließen die Verwendung von Drucklufttriebwerken von vornherein aus. Auch beim Bau der großen Schrämmaschinen bevorzugt der Amerikaner Bauarten mit mehrmotorigem Antrieb, da der Aufbau dadurch wesentlich vereinfacht wird. Bezüglich der Stromspannung beabsichtigt man, den bisher verwendeten Gleichstrom von 250 V durch solchen von 500 V zu ersetzen, um an Leitungsdraht zu sparen; gleichzeitig soll auf diesem Wege das Gewicht der Motoren vermindert werden. Die Umspannung und Umformung des hochgespannten Drehstromes auf den Betriebstrom für die Vortmaschinen verlegt man grundsätzlich weit ins Abbaufeld, wobei den Umformern die Kabel durch besondere Bohrlöcher unmittelbar vom Tage zugeführt werden.

Die ausschließliche Verwendung von Elektrizität als Kraftquelle stößt auf ernstliche Schwierigkeiten nur dort, wo schlagend oder stoßend arbeitende Werkzeuge verwendet werden müssen und wo schlagende Wetter die Beachtung grubensicherheitstechnischer Richtlinien vorschreiben. Damit wird zunächst der Einsatz von Hochleistungsbohrhämmern und von Abbauhämmern wesentlich beschränkt. Die Aufstellung versetzbarer Drucklufterzeuger mit elektrischem Antrieb ist unwirtschaftlich und bedingt stets eine umständliche Kühlung und eine unerwünschte Temperaturerhöhung der Grubenwetter. In Ansehung des Umstandes, daß die Aus- und Vorrichtung in den Flözen erfolgt, ist jedoch diese Frage von untergeordneter Bedeutung für den amerikanischen Weichkohlenbergbau. Für den Betrieb von Schüttelrutschen, die sich nach meinem Dafürhalten kaum ein großes Feld der Anwendung in Amerika erobern dürften, da ihre Förderleistung den Ansprüchen des amerikanischen Bergbaues nicht entspricht, behilft man sich mit elektrischen Antrieben nach deutschen und englischen Patenten. Schwieriger ist die Frage der Schlagwettersicherheit zu lösen. Gekapselte Motoren sind behördlich vorgeschrieben. In Verbindung damit werden fahrbare Akkumulatorenbatterien von beträchtlicher Größe benutzt. Der Gefahrenschutz ist bei dieser Betriebsart recht problematisch, und es ist immerhin zweifelhaft, ob nicht Druckluft eine billigere und handlichere Kraftquelle ist, als die großen Batterien.

Standardisierung im Bergbau

Es entspricht durchaus der allgemeinen amerikanischen Einstellung zur Technik und ihren Aufgaben, wenn sich aus der Mechanisierung des Bergbaues auch seine Standardisierung entwickelt hat. Die Vereinheitlichung erstreckt sich nicht nur auf die Normung der verwendeten Maschinen und Geräte; sie umfaßt auch die Abbauverfahren und vor allem die Leistung. Das ist so zu verstehen, daß für bestimmte Flözverhältnisse Normalmaschinen-Bauarten geschaffen worden sind, die satzweise festliegende Leistungen bringen. Eine derartige Festlegung der Bauarten setzt eine gewisse Normung der Abbauverfahren voraus, wie sie tatsächlich in den verschiedenen Bergbaugebieten Amerikas ausgebildet worden ist. Das Verfahren hat vom rein bergtechnischen Standpunkt aus viele Schattenseiten. Bei dem Mangel an geschulten Arbeitern, von dem in Amerika nur der Erzbergbau verschont ist, bietet jedoch die Schematisierung ganz erhebliche Vorteile, da im Rahmen der festliegenden Einheiten die Betriebführung weniger Sachkenntnis, als einen gesunden Menschenverstand und Organisationstalent erfordert. Die Vereinheitlichung ist aber auch wirtschaftlich insofern, als sie eine sehr feine Abstimmung der einzelnen Bestandteile eines Maschinensatzes in bezug auf Leistung und Haltbarkeit entwickelt hat. Dabei wird nicht wie bei uns auf eine möglichst lange Lebensdauer der maschinellen Ausrüstung einer Grube hingearbeitet, weil bei der raschen amerikanischen Entwicklung der Maschinenpark doch in verhältnismäßig kurzer Zeitspanne überaltert.

Ganz besonders ausgeprägt ist die Normung auf dem Gebiete der Förderung, wo vom Schienennagel und dem Schwellenabstand bis zur schwersten Lokomotive alles und jeder Teil genormt ist. Das Bestreben, die Festlegung der Bauarten auf eine einfachste Formel zu bringen, findet hier seinen Ausdruck in dem Lehrsatz, daß für das Fassungsvermögen der Förderwagen eine Tonne für jeden Fuß Flözmächtigkeit zugrunde gelegt werden muß. Die Einheitsmaschinen sind dem amerikanischen Leben etwas sehr Geläufiges und auf ihre Entwicklung, die für das dünn besiedelte Land und die weit auseinanderliegenden Erzeugungsgebiete zwingende Notwendigkeit ist, wird viel Arbeit, Scharfsinn und Kapital verwendet. Diese Einstellung erleichtert nicht nur die Betriebführung der einzelnen Grube, sie liefert auch einwandfreie Unterlagen für den Vergleich verschiedener

Vorkommen und Anlagen. Das ist besonders wichtig in einem Lande, wo die Grube und mit ihr das Vorkommen in großem Umfange Handelsobjekt ist.

Betriebsorganisation

Betriebsorganisatorisch wird nach dem Vorbild der großen Maschinenfabriken auf weitgehende Arbeitsteilung hingearbeitet. Es bestehen Sonderkameradschaften für die verschiedensten Arbeiten mit Spezialisten als Vorarbeitern. Und diese Gliederung findet sich bei den mittleren und oberen Beamten in gleicher Schärfe durchgeführt. Bei den großen Gesellschaften sind Abteilungen für jedes Sondergebiet vorhanden, in denen sich die wenigen verfügbaren Akademiker betätigen. Nicht spezialisiert sind lediglich die Betriebsführer, Inspektoren und Betriebsdirektoren. Ihre Stellung ist als ausführendes Organ von häufig sehr theoretischen Anweisungen wenig beneidenswert, ganz abgesehen davon, daß die Verantwortung vor dem Gesetz auf ihren Schultern ruht. Auf der andern Seite darf aber nicht verkannt werden, daß gerade die fachliche Aufspaltung der Betriebsvorgänge die Spitzenleistungen gezeitigt hat, die wir im amerikanischen Bergbau bewundern. Das Menschenmaterial, das drüben zur Verfügung steht, ist durchweg arbeitswillig und eifrig bestrebt, unter rücksichtslosem Einsatz der Arbeitskraft in kürzester Zeit möglichst viel Geld zu verdienen. Dagegen fehlt allgemein eine gute Berufsschulung. Für die Betriebsleitung ergibt sich daraus als Hauptaufgabe, mit größter Energie nach Vereinfachung des Betriebes zu streben. Durch Arbeitsteilung ist dieses Problem am ehesten zu lösen.

Die Betriebsergebnisse des amerikanischen Kokskohlenbergbaues sind erstaunlich hoch. Grubenleistungen von 20 t je Mann und Schicht sind für mechanisierte Gruben normal. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob der Reingewinn der hohen Leistung entspricht. Der Kapitalaufwand für die maschinelle Ausrüstung ist erheblich; zudem wird der amerikanische Bergbau ständig von Absatzkrisen heimgesucht, die beim Fehlen von Absatzorganisationen nach Art unseres Syndikats die Erfolge der Rationalisierung und Mechanisierung ständig bedrohen. Diese Schwierigkeiten begünstigen natürlich die Verschmelzung kleinerer und mittlerer Betriebe mit großen, kapitalkräftigen Gesellschaften. Es steht zu befürchten, daß mit Abschluß dieses Umbildungsvorganges, der zur Zeit kräftig im Gange ist, die amerikanische Kohle als gefährlicher Mitbewerber auf dem Weltmarkt erscheinen wird. Das beste Rüstzeug für diesen Konkurrenzkampf ist die Erkenntnis der Ursachen, die die hohen amerikanischen Leistungen bedingen. [B 1478]

Die elektrische Bremse der Straßenbahnen

wirkt dadurch, daß die Triebmotoren als Stromerzeuger geschaltet werden und einen Strom i erzeugen, dem bei einer bestimmten Geschwindigkeit eine Bremskraft an den Triebrädern

$$B_e = \beta\, i^2$$

entspricht (β enthält alle Konstanten des Motors mit Antrieb); i zieht gleichzeitig an den Anhängern durch Magnetspulen die Bremsklötze an, wobei eine Bremskraft

$$B_a = \alpha\, i$$

entsteht (α enthält alle Konstanten der Magnetspulen und des Bremsgestänges). Der Führer kann durch den Fahrschalter die Bremskraft B_e so regeln, daß die Reibungskraft $f\,G_t$ (f Reibungszahl der Ruhe, G_t Gewicht des Triebwagens) nicht überschritten wird. Ferner tritt eine Selbstregelung dadurch ein, daß im Falle

$$B_e > f\,G_t$$

die Räder gleiten; infolgedessen nimmt bei der gleichen Stellung des Fahrschalters durch Verminderung der Umlaufzahl der Triebmotoren B_e ab, so daß eine neue Gleichgewichtlage eintreten kann. Da mit der Verminderung von B_e zugleich auch B_a sich vermindert, wird ein Führer, wenn er auf schlüpfrige Schienen kommt oder beim Versagen des Sandstreuers, eine sehr starke Verminderung der Bremswirkung bemerken. Trotz aller gegenteiliger Instruktionen wird er in Gefahrfällen instinktiv zur Handbremse greifen, wodurch er aber die Gefahr nur vergrößert. Der Höchstwert der Gesamtbremswirkung eines Zuges $B = B_e + B_a + B_h$ (B_h Wirkung der Handbremse) ist deshalb im folgenden untersucht.

$$B_e + B_h \leq G_t\, f$$

bedeutet, daß Hand- und Motorbremskraft zusammen nicht größer als die Haftung der Räder auf den Schienen sein darf.

Das Diagramm, Abb. 1, zeigt B in Abhängigkeit von B_h für den Fall, daß der Zug aus einem Motorwagen und zwei Anhängern im Gewichte von $G_a = 2\,G_t$ besteht. Dann ist bei rein elektrischer Bremsung im höchsten Fall $B = 3\,B_e$.

Da $B_e = \beta\, i^2$ und $B_a = \alpha\, i$ ist, wird

$$B_a = \frac{\alpha}{\sqrt{\beta}}\sqrt{B_e}$$

und B vermindert sich sehr schnell. Hat der Führer sogar die Triebräder festgebremst, so wird

$$B_e = 0,$$

und als Bremswirkung bleibt nur

$$B_h = \mu\, G_t$$

übrig, wobei μ als Reibungszahl der Bewegung etwa ⅓ f ist. Es bleibt also praktisch eine Bremswirkung übrig, die beim Dreiwagenzug etwa $^1/_9$ der Höchstwirkung beträgt.

Im Gegensatz hierzu wird bei der Luftbremse selbst beim Festsetzen aller Räder (in diesem Fall auch der Räder der Anhänger) die Bremswirkung höchstens auf ⅓ fallen.

Abb. 1 Bremswirkung der elektrischen und der Handbremse bei einem Straßenbahn-Triebwagen mit zwei Anhängern.
B Gesamtbremskraft
B_h Bremskraft der Handbremse
B_e Bremskraft der Motoren
B_a „ „ Anhänger

Da die Luftbremse ferner noch die wertvolle Eigenschaft der selbsttätigen Wirkung bei Zugtrennungen hat, erscheint es doch geboten, ihr aus Gründen der Sicherheit mehr Beachtung zu schenken, sobald mehr als e i n Wagen angehängt wird. [M 1548]

Berlin F. M e i n e k e

Neuartige Verschiebelokomotive mit stehendem Kessel

Eine den verschiedensten Betriebsbedingungen leicht anzupassende Verschiebelokomotive hat kürzlich die Firma Atkinson-Walker Wagons Ltd., Preston, gebaut und erprobt. Dieses Fahrzeug zeichnet sich besonders dadurch aus, daß es den bei den geringen Geschwindigkeiten derartiger Lokomotiven so unwirtschaftlich und wenig gleichmäßig arbeitenden gewöhnlichen unmittelbaren Antrieb durch die Lokomotivmaschine vermeidet. Das Fahrzeug enthält vielmehr eine dreizylindrige Gleichstrom-Dampfmaschine stehender Anordnung mit Längswelle, von der eine Kettenübersetzung zu den beiden Achsen führt. Bei richtiger Wahl der Übersetzung kann eine schnellaufende und somit verhältnismäßig kleine Maschine gewählt werden.

Der Kessel ist ebenfalls nach der stehenden Bauart ausgeführt. Er ist völlig geschweißt. Seine Bedienung ist dadurch sehr vereinfacht, daß die Kohlen durch einen kleinen Schüttrumpf auf den Rost gelangen, wodurch nahezu selbsttätiges Feuern erreicht wird. Der Lokomotivführer steht zwischen Kessel und Maschine. Er hat alle Teile der Steuerung bequem zur Hand.

Die Bauart dieser Lokomotive, die man auch beliebig schwereren Betriebsbedingungen wird anpassen können, hat den Vorteil leichten Gewichtes, geringer Herstell- und Unterhaltkosten. Öl- und Brennstoffverbrauch sollen sehr niedrig sein. Die Lokomotive kann von einem einzigen Mann bequem bedient werden. („The Railway Gazette" Bd. 48 (1928) Nr. 14 S. 492/3*). [N 1560] Gsl.

RUNDSCHAU

Verarbeitende Industrien

Fortschritte in der Papierfabrikation

Hauptversammlung des Vereines der Zellstoff- und Papier-Chemiker und -Ingenieure am 2. und 3. Dezember 1927

Prof. Dr. Pringsheim, Berlin, behandelte die bei der Azetylierung stattfindenden physikalisch-chemischen Veränderungen des Zellulosemoleküls und gab damit einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Acetatseide. Prof. Dr. Jonas, Darmstadt, entwickelte seine Anschauungen über den chemischen Aufbau des Lignins. Man gewann daraus den Eindruck, daß die Kenntnisse über diesen in den Zellstoffablaugen in riesenhaften Mengen enthaltenen Stoff große Bereicherung erfahren haben, und daß die endgültige Lösung der Frage, die vielleicht die Ablaugenverwertung auf eine neue Grundlage stellen wird, nur eine Frage der Zeit ist.

Über Sonderfragen der Zellstoff- und Papiertechnik sprachen F. Arledter, Köln-Kalk, und Dr. H. Wrede. Arledter behandelte das Gebiet der Papierleimung, während Wrede über die Selbstbereitung von Chlor-Bleichlaugen mittels flüssigen Chlors sprach und die verschiedenen dazu benutzten Geräte beschrieb. Erwähnt sei hier besonders die vom Vortragenden eingehend beschriebene Apparatur der Deutschen Solvay-Werke, die es erlaubt, große Änderungen in der chemischen Zusammensetzung in der Bleichflüssigkeit herbeizuführen. Dieses Gerät hat den weiteren Vorteil, stets eine gleichmäßige Bleichlauge von gewünschter Beschaffenheit und in den erforderlichen Mengen zu liefern. Durch nachträgliche Zugabe von Soda, Ätznatron oder Kalkmilch lassen sich die Eigenschaften der aus Sodalösung und Chlor gewonnenen Bleichlauge verändern.

Dir. A. Frohberg, Wartha, der die Wirtschaftlichkeit des Sulfitkochverfahrens behandelte, wies darauf hin, daß sich die Kostenanteile bei der Zelluloseerzeugung infolge der Steigerung der Holzpreise erheblich verschoben haben. Die Fabriken wurden zum Ausgleich zu einer stärkeren Ausnutzung ihrer Anlagen, vor allem der Kocher, gedrängt; infolgedessen verminderte sich die Holzausbeute. Besserung kann nur eine eingehende Untersuchung der Arbeitsverfahren bringen.

Obering. Zeitsch berichtete über Neuerungen an Papier- und Kartonmaschinen in Amerika und über die neuen Bauarten des Füllner-Werkes, Warmbrunn. Die neueren Rundsiebzylinder amerikanischer Bauart haben keine Querverbindungen im Innern, um Durchwirbelung des Stoffwassers zu vermeiden. Bei der Bauart des Füllner-Werkes fallen die Mittelkreuze ganz fort; Stoffaufnahme und Blattbildung wird noch gleichmäßiger. Zum Abheben und Niederlegen der an der oberen Gautschwalze hochgehenden Stoffbahn in ganzer Breite wurde das Flächenstrahl-Bahnspritzgerät, Abb. 1, entwickelt. Als erste Naßpresse findet neuerdings eine Saugpresse Verwendung; sie bedeutet eine erhebliche Steigerung der Erzeugung. Die Franke-Filzwäsche reinigt den Filz durch ein Gemisch von Luft und Wasser, das sich als Waschmittel ganz besonders eignet. Wälzlager finden in steigendem Maß in Papiermaschinen Verwendung. Sie bedeuten eine Kraftersparnis von 25 bis 30 vH und eine wesentliche Ersparnis an Schmiermitteln. Amerikanische Papiermaschinen, die mit Wälzlagern ausgerüstet sind, laufen ohne besonderen Antrieb der Siebpartie oder der Gautschpresse. Versuche des Füllner-Werks haben gezeigt, daß man unter gewissen Bedingungen den zwangläufigen Antrieb der Trockenzylinder in der Trockenmaschine fortfallen lassen kann. Für jeden Filz erhält nur ein Trockner einen Antrieb, alle übrigen werden vom Trockenfilz mitgenommen.

Zur Umgehung der Schwierigkeiten beim Auswechseln von Packungen bei den üblichen Heizeinrichtungen wurde eine packungslose Labyrinth-Dichtung ausgebildet. Die gleichzeitige selbsttätige Spannung und Entspannung sämtlicher Trockenfilze wird durch die gemeinsame Trockenfilz-Spann- und Entspannvorrichtung nach Kaltschmidt erreicht. Die Vorrichtung arbeitet mit Druckknopfsteuerung. Die neuerdings mehr zur Aufnahme gelangenden Rollvorrichtungen mit Elektrowickler haben den Vorzug, daß sie keiner Transmission zum Antrieb bedürfen; die Papierrollen werden dabei fester und gleichmäßiger gewickelt und haben daher ein 20 bis 25 vH höheres spezifisches Gewicht. Der Elektrowickler eignet sich für Papiermaschinengeschwindigkeiten bis 200 m/min. Bei höheren Geschwindigkeiten wird der Pope-Roller, der mit Druckluft arbeitet, verwendet.

Bei einer neuen Vorrichtung zum Zerreißen von feuchten und trocknen Zelluloserollen werden die Rollen mittels

Abb. 1
Flächenstrahl-Bahnspritzgerät für Papiermaschinen.

Ketten einem in Drehung befindlichen Hohlzylinder zugeführt, wobei sie sich zu drehen beginnen. Hierdurch ergibt sich schnelles Abfräsen auf der Messerwalze.

Dr. J. Hausen, Berlin, gab einen Überblick über die neueren Bestrebungen und Versuche auf dem Gebiete der Laugeneindampfung. Die wärmetechnische Entwicklung der Verdampferanlagen hat in den letzten Jahren zur Ausbildung der Mehrfach-Verdampferanlage geführt. Die volle Ausnutzung der im Brüdendampf latent enthaltenen Verdampfwärme ist durch die Brüdenverdichtung mit Hilfe des Strahlapparates und des Kreiselverdichters angestrebt worden. Beide Vorrichtungen haben als „Wärmepumpe" in der Praxis Eingang gefunden. Da bei Flüssigkeiten, die die Heizfläche verkrusten, der Temperatursprung an der Heizfläche ein bestimmtes Mindestmaß nicht unterschreiten darf, wenn gutes Kochen und genügender Umlauf gewährleistet sein sollen, hat man beim Eindampfen der Zellstofflaugen Brüdenverdichtung und Mehrfacheffektverfahren miteinander verbunden. Man benutzt neuerdings die Strahlapparate allgemein als Dampfumformer. Alsdann werden die Brüden der letzten Stufe angesaugt und mit Frischdampf auf die zur ersten Stufe erforderliche Heizdampftemperatur gebracht. Die Verkrustung der Heizflächen kann durch Anwendung des Siemens-Elektrokesselschutzes auf Laugenverdampfer über lange Betriebzeiten hinaus so eingeschränkt werden, daß ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Zu den bisherigen Aufbereitverfahren für Brüdendampf ist neuerdings das Drucktransformator-Verfahren von Dr.-Ing. Koenemann, Berlin, hinzugekommen, das im Gegensatz zu Dampfstrahl- und Kreiselverdichtung auf reinem Wärmeaustausch beruht[1]). Das Verfahren beruht darauf, daß eine wäßrige Lösung durch Einleiten von Dampf auch dann auf ihren Siedepunkt erhitzt werden kann, wenn die Dampftemperatur unter ihrem Siedepunkt liegt. Mit Hilfe einer wäßrigen Kalilauge, die man mittels Abdampfes erhitzt, wird Mitteldruckdampf erzeugt. Der eingetretenen Verdünnung der Lauge wirkt man dadurch entgegen, daß in einem zweiten Laugenbehälter Lauge ständig durch Hochdruckdampf eingedickt wird, wobei man ebenfalls Mitteldruckdampf erzeugt. Hier wird also Abdampf durch Hochdruckdampf zu Mitteldruckdampf auf dem Wege reinen Wärmeaustausches aufgewertet. Das Koenemann-Verfahren ermöglicht einen höheren Aufbereitungsgrad in wirtschaftlichen Grenzen als die Verfahren der Brüdenverdichtung. Bei verlustloser Arbeitsweise stehen Verdichtungsverfahren und Koenemann-Verfahren etwa auf gleicher Stufe. Praktisch hingegen beträgt der Wirkungsgrad des Koenemann-Verfahrens etwa 70 vH gegenüber 25 bis 30 vH beim Strahlapparat und 35 bis 50 vH beim Kreiselverdichter. Als Hauptvorteile sind jedoch der Vorsprung in den Anlagekosten, die Abwesenheit bewegter Teile und der höhere Aufbereitungsgrad zu bezeichnen.

Diese Maßnahmen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Laugeneindampfung kommen in erster Linie denjenigen Ablaugen der Zellstoffindustrie zugute, bei denen die Laugeneindickung als Vorstufe zur Wiedergewinnung der Laugensalze unbedingt erforderlich ist. Bei Sulfitablauge liegen die Dinge anders. Hier besteht Anreiz zur Laugen-

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 109 und „Mechanical Engineering" Bd. 49 (1927) S. 600.

eindickung nur dann, wenn sie durch schlechte Vorfluterverhältnisse unumgänglich notwendig gemacht ist, oder wenn der Trockenanteil oder die eingedickten Laugen leicht nutzbar gemacht werden können. Da es heute noch nicht möglich ist, wertvollere chemische Verbindungen bei der Ablaugeverwertung wirtschaftlich zu gewinnen, so ist in vielen Fällen die einzig aussichtsreiche Möglichkeit zur Laugenverwertung die Verbrennung ihres Trockenanteils. Bei früheren Versuchen hat man die Lauge auf 32 ° Bé voreingedickt und sie mit Flüssigkeitsdüsen in die Feuerung eingesprüht. Dabei traten zahlreiche Schwierigkeiten auf, und der Erfolg blieb aus, vermutlich weil die Zerteilung der Lauge nicht weit genug getrieben worden war.

Neuerdings wurden die Zerstäubungsversuche mit der sogenannten „Molekulardüse", Abb. 2 und 3, der Nubilosa-G. m. b. H. wieder aufgenommen. Infolge der außerordentlich feinen Zerteilung, die die Ablauge in dieser Düse erfährt, verbrennt der Trockenanteil der Lauge bei der im Feuerraum herrschenden Temperatur mit hellgelber Flamme bereits kurz hinter der Düse. Bei den Großversuchen stellte sich heraus, daß die Wirtschaftlichkeit der Verbrennung nicht einfach mit dem Voreindickungsgrad ansteigt, daß vielmehr eine Lauge von 25 ° Bé wirtschaftlicher verbrannt werden konnte als eine solche von 32 ° Bé. Mit drei Düsen, die in eine Kesselfeuerung von 7 m² Rostfläche bei 250 m² Heizfläche eingebaut waren, gelang es, 600 kg Lauge von 22 ° Bé in der Stunde, d. h. etwa 60 vH der gesamtanfallenden Ablauge, so zu verbrennen, daß der Energieaufwand für Voreindickung und Zerstäubung der Lauge durch die Verbrennung gedeckt wird. Darüber hinaus wurde sogar eine Wärmeersparnis erzielt. Die Ursachen dieser günstigen Ergebnisse sind bisher noch nicht klar erfaßt, auch wird das Verfahren diese günstige Wirkungsweise zunächst durch weitere Großversuche, insbesondere auch solche über einen längeren Zeitraum hinweg, zu beweisen haben.

RZ 1214 Z.2

Abb. 2 Molekularzerstäubungsdüse

RZ 1214 Z.3

Abb. 3 Laugenverbrennung mittels Molekulardüse (Wasserrohrkessel).

Zur Frage der Betriebsüberwachung in der Zellstoff- und Papierfabrikation lieferte Dr. W. Brecht, Augsburg, einen bemerkenswerten Beitrag. Die Betriebsüberwachung hat heute den Zweck zu erfüllen, die einzelnen Herstellungsvorgänge und die Stoffeigenschaften gleichbleibend zu halten und ihren wirtschaftlichen Verlauf zu gewährleisten. Daraus ergibt sich die Forderung nach selbsttätig arbeitenden Meßgeräten, die an Stelle von einzelnen Meßpunkten geschlossene Linien, also lückenlose Bilder der Meßwerte vermitteln. Für die raschlaufenden Papiermaschinen ist z. B. die Entwässerbarkeit des Stoffes äußerst wichtig, und zwar in dem Sinne, daß ein „röscher", leichter entwässerbarer Stoff eine viel geringere Entwässerungsarbeit erfordert als ein feingemahlener, schmieriger Stoff. Jede Abweichung von der günstigsten Stoffschmierigkeit führt zu einer Verschlechterung der Arbeitsweise. Mit einem Modellgerät des Vortragenden ausgeführte Messungen der Schmierigkeit zeigten, daß die Möglichkeit besteht, die Stoffschmierigkeit selbsttätig auf ihrem günstigsten Wert zu halten. Für hohe Laufgeschwindigkeit der Maschine ist der Stoff am besten geeignet, der bei möglichst geringer Schmierigkeit hohe Faserlänge und Reißfestigkeit aufweist.

Die Stoffdichtemessung ist nach Arbeiten des Vortragenden auf optischem Wege möglich, indem man photometrisch ermittelt, wieviel Licht die Stoffaufschwemmung beim Durchtritt eines Lichtstromes bekannter Helligkeit verschluckt. Auf diesem Grundgedanken ließ sich ein ununterbrochen anzeigendes und selbststeuerndes Gerät ausbilden, dessen Wirkungsweise darauf beruht, daß die zu prüfende Aufschwemmung in gleichbleibender Menge je Zeiteinheit beleuchtet wird. Gemessen wird mit Hilfe einer photoelektrischen Zelle.

Von besonderer Bedeutung ist auch die ununterbrochene Aufzeichnung von wichtigen Kenngrößen der Papiermaschinenarbeit. Mit der Ausbildung von Geräten zur Messung der Druckwasser- und Kondensatmenge wurde dieser Weg beschritten. Einen Fortschritt bedeutete es, daß es gelang, die anfallenden Wassermengen laufend zu erfassen. Von größerer Wichtigkeit ist es, unmittelbar das Verhältnis von 1 l Druckwasser oder 1 kg Dampf zu der Gewichtsmenge des erzeugten Papiers zu kennen. Einen Weg hierzu hat der Vortragende in der Anwendung einer Tachometerdynamo gefunden, an deren Klemmen ein dem jeweiligen Papiergewicht entsprechender Widerstand angelegt wird, so daß die Spannungsanzeige stets dem in der Zeiteinheit erzeugten Papiergewicht verhältnisgleich ist. Wird nun in den Stromkreis ein von einem Wassermesser so gesteuerter Widerstand gebracht, daß er der Kondensatmenge je Zeiteinheit verhältnisgleich ist, so ist die Stromstärke des Kreises $I = C \frac{x \text{ kg Papier}}{y \text{ kg Dampf}}$, wobei C eine Proportionalitätskonstante ist. Um die Verbrauchsgrößen auf die Einheit des Erzeugnisses beziehen zu können, ist es nun erforderlich der Tachometerdynamo eine andre gleichbleibende Stromquelle entgegenzuschalten, so daß die auftretende Spannung stets dem Unterschied zwischen gleichbleibender und veränderlicher Spannung entspricht und daher der Tachometerspannung umgekehrt verhältnisgleich ist. Wenn nur der Steuerwiderstand am Wassermesser so betätigt wird daß er den gemessenen Kondensatmengen umgekehrt verhältnisgleich ist, so gibt die Anzeige des Strommessers die gewünschte Beziehung: kg Dampf/kg Papier. In ähnlicher Weise lassen sich auch andre Kenngrößen erfassen.

Berlin-Friedenau [M 1210] Hausen

Dampfkraftanlagen

Teilkammern für Dampfkessel

Aus Abb. 4 bis 7 ist eine neue Teilkammer für senkrechte Aufhängung bei Wasserrohrkesseln zu ersehen, die von Fried. Krupp, A.-G., Essen, hergestellt wird. Bei dieser Teilkammer sind die schrägen Teile der Kammerwand, die zum Anschluß der Wasserrohre dienen, symmetrisch zur Mittellinie *m–m* der ebenen Rohrwand angeordnet. Diese Wulste in der Kammerwand werden durch zwei halbkreisförmige Taschen gebildet, in deren gemeinsamen Boden das Wasserrohr eingesetzt wird. Von den Taschen tritt die äußere hinter die äußere und die innere Tasche hinter die innere Begrenzungsfläche der Teilkammer zurück. Die Eindrucktiefe für das Einpressen der Taschen wird dann nur halb so groß, als wenn man, wie sonst üblich, die Taschen nur von der einen Seite her einpreßt.

Die neue Bauart hat daher den Vorteil, daß infolge der symmetrischen Verteilung des Baustoffs gegenüber der Mittellinie der Wand auch die Beanspruchungen und Verformungen beim Einpressen der Taschen wesentlich kleiner werden. Je mehr nämlich die schrägliegenden Teile der Wand von der symmetrischen Lage gegenüber der Mittellinie abweichen, um so größer wird die Tiefe, bis zu der die Taschen eingepreßt werden müssen, damit bei gegebener Neigung der Wasserrohre gegenüber den Sektionalkammern ein rechtwinkliger Anschluß der Wasserrohre möglich ist. Mit der Tiefe der Taschen wächst aber die Formänderung und Beanspruchung des Werkstoffs beim Einpressen der Taschen sowie beim Einwalzen der Rohre. Die elastischen Formänderungen der Kammerwand werden daher bei der neuen Bauart infolge der kleineren Abstände der Lochwandung von der Symmetrieachse der Wand wesentlich kleiner, und infolgedessen wird die Kraft der Rückfederung beim Einwalzen der Rohre erheblich größer, so daß die Rohre besser dichthalten.

Es sei noch erwähnt, daß durch die neuartige Taschenherstellung auch die Querschnittverminderung des lichten Raumes der Kammer kleiner wird und nur rd. 5 vH beträgt. Der Wasserumlauf im Kessel wird also durch Stauungen und Wirbel weniger behindert.

Schnitt A-B

Schnitt C-D

RZ 1344 Z 1÷4

Abb. 4 bis **7**
Neue Teilkammer für senkrechte Aufstellung bei Wasserrohrkesseln.

Die bisher ausgeführten Teilkammern dieser Bauart aben sich im Betrieb sehr gut bewährt; insbesondre ging as Einwalzen der Wasserrohre ohne Schwierigkeit vonatten, und beim Abdrücken von einigen tausend Einwalzellen zeigten sich weder Undichtheiten noch sonstige Anände. [M 1344]

Duisburg Obering. Gerhard Kerff

Elektrotechnik

Neuerungen im Bau elektrischer Akkumulatoren

Im Bau großer Akkumulatoren und im Einbau der latten hat sich wenig geändert; man verwendet auf die erstellung der Platten, besonders auf spannungsfreien Guß Großoberflächenplatten), größte Sorgfalt und hat erreicht, aß die nachteilige, früher fast allgemein beobachtete Krümung dieser Platten im Betrieb stark eingeschränkt wird. amit die Säure höher über den Platten steht, hat man die ahnen der Platten verlängert; man braucht infolgedessen estilliertes Wasser oder Säure nicht mehr so oft nachzuillen. Die negativen Platten macht man etwas länger ls die positiven, weil letztere im Betrieb wachsen. Durch ie längere Ausführung der negativen Platten erreicht man, aß man die gesamte Kapazität der Platten ausnutzen und ngleichmäßige Beanspruchung der positiven Platten vereiden kann.

Die Gefäße der Elemente und ihr Unterbau sind starken eanspruchungen ausgesetzt. Das Bestreben der Akkuulatorenindustrie geht dahin, Stoffe, die dem Angriff der chwefelsäure auf die Dauer nicht völlig standhalten, ausscheiden. Großleistungsbatterien, für die Glasgefäße icht mehr in Frage kommen, werden daher neuerdings in eigendem Maße mit Steinzeugkasten gebaut; sonst aren für diese Zwecke mit Bleiblech ausgekleidete Holzisten üblich. Eine vor 20 Jahren aufgestellte id noch jetzt in Betrieb befindliche Probebatterie it die vorzügliche Eignung und praktisch unbeenzte Haltbarkeit eines sorgfältig ausgesuchten Steinuges erwiesen. Diese Kasten haben einen verstärkten eren Rand[1]) mit einer Tragleiste für die Platten. Längs der Tragleiste läuft eine Rinne mit Abflußkanälen, durch welche die etwa hochkriechende Säure in das Gefäß zurückfließen kann. Die Platten sind auf der Tragleiste, deren Oberkante abgerundet ist, frei beweglich; im Innern der Gefäße ist mehr Raum für die Ausdehnung der Platten als bei dem sonst üblichen Einbau mit Stützscheiben. Den Schlammraum der Gefäße macht man höher, damit die erste Reinigung der Batterie erst bei der Auswechslung der positiven Platten nötig ist.

[1]) DRP Nr. 378 812

Auch für den Unterbau der großen Elemente verwendet man säurefeste Baustoffe. Statt auf ein Holzgestell setzt man die Steinzeugkasten auf vier Untersätze aus Steinzeug mit großen Sonderisolatoren. Der Kasten für einen Akkumulator von 5830 Ah Kapazität, Abb. 8, ist 480 mm breit, 885 mm lang und 1130 mm hoch. Bei der heutigen Leistungsfähigkeit der keramischen Industrie ist die formgerechte Herstellung so großer Werkstücke ohne weiteres möglich. [M 1467]

Berlin König

Werkstoffbearbeitung

Herstellung schmiedeiserner Rippenrohre

Schmiedeiserne Rippenrohre haben u. a. die Vorzüge des leichten Gewichtes und der Herstellbarkeit in großen Längen, wodurch sich die Zahl der Flanschstellen vermindert. Üblicherweise stellt man sie derart her, daß man Bandeisen kalt oder warm auf einer Drehbank oder einer geeigneten Vorrichtung mittels einer Wickelschnecke auf die Rohre wickelt. Die Wickelschnecke ersetzt man neuerdings vielfach durch schrägstehende Rollenführungen. Die auf solche Weise hergestellten Rohre haben den Nachteil, daß sich das Bandeisen an dem inneren Kranz faltet und bei Temperaturschwankungen häufig locker wird, wodurch sich die Wärmeübertragung ganz erheblich verschlechtert.

Abb. 9 zeigt eine Maschine, die schmiedeiserne Rippenrohre nach einem neuen Verfahren[1]) herstellt. Die Rippen werden aus Blechen so ausgestanzt, daß sie gleichzeitig etwas umgebördelt werden, Abb. 10.

Von der Stanze kommen diese Rippen in einen Fangrahmen, in dem sie nebeneinander senkrecht stehen. Ihr

[1]) DRP Nr. 425 035.

Abb. 8
Schnitt durch einen Groß-Akkumulator der Akkumulatorenfabrik Wilhelm Hagen, Soest, für 5830 Ah Kapazität. Kasten (480 mm breit, 885 mm lang, 1130 mm hoch) und Untersätze aus Steinzeug.

Abb. 9
Maschine zur Herstellung schmiedeiserner Rippenrohre.

innerer Durchmesser wird ein wenig größer ausgestanzt als der äußere Rohrdurchmesser, so daß man die Rippen leicht auf das Rohr schieben kann.

Mittels einer Hebevorrichtung führt man das Rohr mit den aufgeschobenen Rippen einer Stauchmaschine zu, wo mit 18 Hüben in der Minute jede Rippe mit einem Druck von 50 t auf das Rohr aufgepreßt wird. Der hohe Druck, der noch gesteigert werden kann, gewährt feste Verbindung der Rippen mit dem Rohr, so daß sie nicht locker werden können. Die Rippen bleiben glatt, so daß die Luft ungehindert vorbeistreichen kann.

Beim Stauchen schiebt ein Arbeiter mit einem gabelförmigen Werkzeug die einzelnen Rippen zwischen die Stauchwerkzeuge. Das Stauchen selbst und das Weiterschalten des Rohres nach dem Stauchen führt die Maschine selbsttätig aus; zum Antrieb über ein doppeltes Rädervorgelege dient ein 5 PS-Motor.

Die Arbeitsweise der Maschine geht aus Abb. 11 hervor. Zwei Schlitten *a* und *b* bewegen sich senkrecht zur Rohrachse und tragen zwei Werkzeuge *c* und *d*, gegen die die Rippen beim Stauchen gepreßt werden.

Der geteilte Stauchring *e*, *f* sitzt in zwei Schlitten *g*, *h*, die sowohl in zwei in Richtung der Rohrachse hin- und hergehenden Schlitten *i* und *k* als auch in den senkrecht dazu sich bewegenden Schlitten *a* und *b* geführt werden, so daß sie eine zusammengesetzte Bewegung machen, die bei unverminderter Preßwirkung ungehindertes Durchschieben der Rippen an die Stauchstelle ermöglichen.

Für die Rippen nimmt man handelsübliches Eisenblech in folgender Dicke:

für Rohre unter 32 mm Dmr. 0,5 bis 1 mm,
für Rohre von 32 bis 57 mm Dmr. 1 bis 1,25 mm,
für Rohre von 57 bis 108 mm Dmr. 1,25 bis 1,5 mm.

Die Maschine kann auch Rippen aus 3 mm dickem Blech aufpressen, man nimmt das Rippenblech aber nicht so dick, weil die Rippenrohre sonst unnötig schwer werden.

vor dem Stauchen
nach dem Stauchen
Rippe

Abb. 10
Stauchvorgang beim Aufbringen der Rippe.

Abb. 11 (rechts)
Rippen-Aufpreßmaschine.
a, *b* Werkzeugschlitten *c*, *d* Werkzeuge
e, *f* geteilter Stauchring
g, *h* Schlitten mit zusammengesetzter Bewegung
i, *k* Schlitten, in Richtung der Rohrachse hin- und hergehend

lose Rippen

Abb. 12
Neues Handtachometer von Wilhelm Morell.

Der kleinste Rippenabstand, den die Maschine zulä[illegible] beträgt 5 mm. Die Stundenleistung ergibt sich aus d[illegible] gleichbleibenden Arbeitstakt von 18 Hüben in der Minu[illegible]

Düsseldorf-Oberkassel [M 1407] Dipl.-Ing. W. Ide[illegible]

Meßgeräte

Neues Handtachometer

Die Tachometerfabrik Wilhelm Morell, Leipzig, hat ei[illegible] neue Bauform ihrer bekannten Handtachometer entwicke[illegible] Abb. 12, bei der für das Einstellen verschiedener Meßbereic[illegible] eine neue Räderanordnung verwendet wird, Abb. 13 und [illegible] Diese ermöglicht, den Raumbedarf des Gerätes wesentli[illegible] zu verringern. Bei der früheren Anordnung wurden nä[illegible] lich die verschiedenen Meßbereiche mittels eines Stuf[illegible]

Abb. 13 und **14** (rechts)
Inneres des Handtachometers von Wilhelm Morell.
a inneres Rad der unteren Rädergruppe
b, *c*, *d*, *e* obere Rädergruppe
f Abschlußklappe
g Gewindering
h Federbolzen

 äderwerkes eingestellt, dessen beweglichen Teil man mittels eines Knopfes am oberen Ende des Tachometergehäuses verschieben konnte. Bei der neuen Anordnung dagegen ist ir diesen Zweck ein doppeltes Umlaufgetriebe vorhanden, essen untere Rädergruppe mittels des inneren Rades *a* auf ie Tachometerwelle wirkt, während der Antrieb von der prüfenden Welle über das Rad *b* auf die obere Rädergruppe *c, d, e* übertragen wird. Die Übersetzung zwischen em Rad *b* und dem Rad *a* wird dadurch verändert, daß man as Rad *b* mit einem der verschieden großen Räder *c, d* der *e* in Eingriff bringt. Zu diesem Zweck ist das Rad *b* xzentrisch in der Abschlußkappe *f* des Gerätes angeordnet, ie man mit der Hand drehen kann. Die Kappe wird hierbei urch den Gewindering *g* festgehalten. Ein in entsprechende Vertiefungen einspringender Federbolzen *h* legt die tellungen der Kappe fest, während gleichzeitig der eingestellte Meßbereich über der Skalenmitte angezeigt wird. ie neue Bauart stellt einen wertvollen Fortschritt gegenber der bisher bekannten dar[1]). [M 1338]

[1]) DRGM 1 015 382, DRP-Anm. M. 102 168 IX/420.

Wärmeübertragung

Zu der in dem Bericht in Heft 10 dieses Jahrgangs, S. 343 l. Sp., aufgeworfenen Frage, ob es möglich sei, Zahlen für den Grad der Politur oder der Rauhigkeit anzugeben, verweise ich auf die in meiner Dissertation Leipzig „Experimentelle Untersuchung der Entwicklung der Geschwindigkeitsverteilung bei der turbulenten Rohrströmung" angewandte Methode. Hierbei wurde an einem Zeißschen Komparator das eine Mikroskop durch eine Vorrichtung ersetzt, die gestattet, ein parallel der Achse aufgeschnittenes Rohrstück frei über dem Schlitten des Komparators und parallel dazu zu halten. Auf dem Schlitten wurde ein Zeißsches Sphärometer angebracht, dessen punktförmiger Taster durch eine Messingspitze ersetzt war. Mit dieser Spitze wurde die Rohrwand in der Richtung der Rohrachse abgetastet. Das Mikroskop des Komparators ergab den Ort des Meßpunktes und das Sphärometer die Höhenunterschiede der einzelnen Meßpunkte. Für hochglanzpolierte Präzisionsrohre aus Messing wurde dabei 0,001 mm als größte Unebenheit festgestellt. [N 1531]

Berlin-Friedenau Dr. Herbert Kirsten

Kleine Mitteilungen

Prüfwagen zur Auffindung von Schienenbrüchen

Nach einem wenig erfolgreichen Versuch in Amerika, chon im Jahre 1915 Schienenbrüche, die dem menschlichen uge nicht oder nur schlecht sichtbar sind, durch selbstchreibende Geräte festzustellen, und zwar damals mit Hilfe es magnetischen Verhaltens gebrochener Schienen, scheint unmehr ein neues Verfahren weit besseren Erfolg zu verprechen, das der Erfinder Sperry kürzlich der Vereinigung merikanischer Eisenbahningenieure vorgeführt hat.

Sperry ging von der Voraussetzung aus, daß Luftpalten, also Brüche, in der Schiene deren Ohmschen Widerand noch meßbar vergrößern. Er baute zu diesem Zweck inen Prüfwagen, der von einem Motorwagen mit rd. 16 km/h ahrgeschwindigkeit gezogen wird.

Die Einrichtung des Prüfwagens ist folgende: auf den chienen schleifen, mittels kräftiger Federn angedrückt, in urzem Abstand je zwei kräftige Bürsten, über die ein arker Strom von niedriger Spannung durch das jeweils on den Bürsten begrenzte Schienenstück geschickt wird. wischen den Strombürsten sind schmale Spannungsbürsten ngebracht, die den durch etwaige Widerstanderhöhung ntretenden Spannungsabfall, durch vier Glühkathodenöhren 200 000- bis 300 000mal verstärkt, auf die Anzeigeorrichtung übertragen. Fährt nun der Wagen über eine ruchstelle, so löst ein Relais eine Vorrichtung aus, die nen Farbspritzer seitlich auf die Schiene fallen läßt. ußerdem zeigen drei Schreibstifte auf einen ablaufenden apierstreifen die Größe des Bruches an, und zwar treten ei einem unscheinbaren Schienenbruch nur eine, bei einem ittleren zwei und bei einem großen alle drei Stifte in ätigkeit, so daß ein einfacher, doppelter oder dreifacher trich entsteht.

Zur Erprobung der praktischen Brauchbarkeit wurde uf dem Bahnhof Beacon der New Yorker Zentralbahn eine ersuchsstrecke aus Schienen der verschiedensten Arten, die chienenbrüche aufwiesen, angelegt. Die Ergebnisse des rüfwagens haben hierbei sehr befriedigt. („Engineering ews-Record" 19. April 1928 S. 622*) [N 1605 a] Ro.

Rückkühlung des Schmieröls bei Kraftwagenmotoren

Bei dem neuesten Personenwagen von Peugeot, Paris, it Sechszylindermotor mit Schiebersteuerung ist im unren Teile des Wasserkühlers ein Ölkühler angebaut. Die umpe saugt das Öl über ein Filter aus dem Kurbelgehäuse und drückt es über den Kühler und ein zweites Filter die sieben Hauptlager der Kurbelwelle. Die Druckseite r Pumpe ist außerdem durch eine Leitung unmittelbar an e Schmierstellen angeschlossen. In diese Leitung ist ein ückschlagventil eingebaut, das sich infolge des höheren ldruckes öffnet, wenn die Maschine noch kalt ist, so daß s Öl nicht durch den Kühler fließt.

Beim neuen Personenwagen von Rochet-Schneider sitzt r Ölkühler in dem Winkel, den der V-förmige Wasserühler bildet. Hier sind aus Gründen der Sicherheit sogar vei Pumpen mit unabhängigen Ölleitungen vorhanden. ie eine Pumpe drückt unmittelbar, die andre über eine schleuder und den Ölkühler in die Schmierstellen der urbelwelle. Mittels eines Dreiweghahnes kann man den einiger, den Kühler oder beide absperren. Bei schnelllaufenden Motoren soll sich infolge der Rückkühlung des Öles der Verbrauch an Schmieröl von rd. 1,4 auf 0,5 l für 100 km Fahrt und die Öltemperatur von rd. 90 auf 60 ° verringert haben. („Automotive Industries" 14. April 1928 S. 595*) [N 1605 b] Schr.

Englische Straßenbrücke aus Eisenbeton

Die Great North-Landstraße kreuzt auf der Strecke Newcastle-on-Tyne–Edinburgh bei Berwick den Tweed-Fluß. An Stelle der alten in Mauerwerk ausgeführten Brücke wird gegenwärtig eine Brücke in Eisenbetonkonstruktion mit der gleichen Pfeileranordnung gebaut. Die Hauptbogenöffnung wird rd. 110 m Spannweite haben, hierzu kommen noch drei weitere Öffnungen von 80,5, 75 und 51 m Spannweite. Die gesamte Brücke einschließlich der Zufahrtrampen an beiden Ufern ist rd. 420 m lang.

Jede Öffnung besteht aus vier in 4,55 m Abstand parallel zueinander liegenden Bogen, die bis zu ein Viertel der Bogenlänge, vom Pfeiler aus gemessen, hohl, weiter oben aber voll sind. Brückenoberbau und Pfeiler sind, ebenso wie die einzelnen Teile des Oberbaues, miteinander in einem Stück vergossen. Der oben verlaufende Fahrweg von 14 m Breite einschließlich zweier je 2,45 m breiter Fußwege wird von Säulen getragen, die auf den Bogen ruhen. Die Säulen der beiden äußeren Reihen haben Querschnitte von je $1,23 \times 0,25\ m^2$, die der beiden inneren solche von je $0,92 \times 0,25\ m^2$. Die äußeren Säulen sind mit den zugehörigen inneren durch je einen Querbinder verbunden.

Die Brückenfahrbahn kann eine Last von 50 t, auf vier Räder verteilt, tragen. Insgesamt ist für die Hauptöffnung eine Höchstlast von 1000 t zulässig. („Engineering" 4. Mai 1928 S. 527*) [N 1605 c] Sd.

Amerikanische Röhrengießerei

In der neuerrichteten Röhrengießerei der Firma Mc. Wane Cast Iron Pipe Co., Birmingham, Ala, stellt man nach dem schon früher von der Firma gehandhabten Verfahren Gußrohre, wagerecht in grünem Sand und mit grünen Kernen gegossen, her. Die Handarbeit ist nach Möglichkeit durch Maschinenarbeit ersetzt. Die Gießerei ist so angelegt, daß sie einen fortlaufenden Arbeitsgang ermöglicht. Da immer nur eine Sorte Rohre gegossen wird, so wird nicht etwa eine Anzahl Röhren geformt und dann gegossen, sondern Stampfen, Kernmachen, Kerneinsetzen, Gießen, Herausnehmen der Formen, Kerne ziehen und das Zurückgehen der Formen, des Sandes und der Kernstangen geschieht gleichzeitig.

Die Sandaufbereitung und die Beförderung des Formsandes wird maschinell besorgt. Die Kerne werden auf Kernformmaschinen hergestellt und mittels Kranes zu den Formkasten gebracht, in die man sechs Kerne gleichzeitig einsetzen kann. Die Formen werden auf Formmaschinen gestampft, nur die Oberfläche wird mit Druckluft-Handstampfern nachgearbeitet. Die Formen gelangen in gießfertigem Zustand mit Hilfe eines Kranes in den Gießraum. Zum Gießen werden Pfannen mit 14 Ausgüssen verwendet, die imstande sind, zwei Rohre von 150 oder 200 mm l. W. zugleich zu gießen. Man gießt Rohre von 100 mm l. W. aufwärts bei ungefähr 5 m Länge, immer möglichst viele von einer Abmessung, was große Erzeugung und geringe Gestehungskosten gewährleistet. („The Iron Age" 12. April 1928 S. 999*) [N 1605 d] Ste.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Elektrizität in industriellen Betrieben. Herausgeg. von W. Philippi. 7. Bd.: **Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen.** Ein Hilfsbuch für alle Metall verarbeitenden Betriebe. Von Karl Meller. Leipzig 1927, S. Hirzel. 224 S. m. 212 Abb. u. 20 Tabellen. Preis 18 ℳ.

Das vorliegende Buch füllt eine Lücke aus, die sich oft bemerkbar gemacht hat; denn bisher lag keine zusammenfassende Abhandlung über den elektrischen Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen vor. Meller behandelt den Stoff in drei Hauptabschnitten: Grundlagen des Einzelantriebes, Elemente des Einzelantriebes und ausgeführte Einzelantriebe.

Der erste Abschnitt gliedert sich in 14 Kapitel, in denen die rechnerischen Unterlagen für den Werkzeugmaschinenkonstrukteur dargestellt, sowie Beispiele von Versuchsergebnissen mit elektrisch und nicht elektrisch angetriebenen Maschinen gegeben werden. Wünschenswert wäre es, z. B. beim Kapitel „Getriebe und Regelmotor", gewesen, darauf hinzuweisen, daß die angegebenen Regelbereiche, die für den Vergleich zugrunde gelegt worden sind, nämlich 1,26, 1,56 und 3,18, sämtlich den Normen des Blattes DIN VDE 2001 widersprechen. Mit den genormten Regelbereichen würden sich andre Zahlen für die mechanischen Stufen und für die Getriebeanordnung ergeben. Im Kapitel „Preisvergleiche" werden die Anlagekosten für elektrisch und nicht elektrisch angetriebene Werkzeugmaschinen einander gegenübergestellt; es wird gezeigt, daß sie bei den Beispielen nicht viel voneinander abweichen. Nicht ganz einverstanden kann man mit der Rechnung auf S. 80 sein, auf der für den Antrieb mit Transmission die Kosten der Transmission usw. eingesetzt werden, beim elektrischen Einzelantrieb dagegen nicht die entsprechenden Kosten für die Anlage der Kabel usw. bis zu den einzelnen Bänken hin.

Der zweite Hauptabschnitt bringt den elektrischen Teil in acht Kapiteln. In ihnen werden die verschiedenen Antriebmotoren, die Schaltungen, Leitungen und die Zusatzapparate behandelt. Diesen zweiten Hauptabschnitt halte ich für den wichtigsten und lehrreichsten. Ihn sollten die Konstrukteure und auch die Betriebsingenieure recht ausführlich durcharbeiten, um vertieftes Verständnis für die elektrischen Vorgänge und Nutzen für Konstruktion und Betrieb daraus zu ziehen.

Der dritte Hauptabschnitt enthält schließlich in acht Kapiteln die Besprechung praktisch ausgeführter Maschinen. Nacheinander werden Beispiele für Drehbänke, Bohrmaschinen, Fräsmaschinen und die andern spanabhebenden Werkzeugmaschinen sowie für Scheren, Biegemaschinen usw. als nicht spanabhebende Werkzeugmaschinen gebracht.

Die Verteilung der Beispiele und Versuchsergebnisse auf den ersten und dritten Hauptabschnitt führt dazu, daß des öfteren von dem einen auf den andern verwiesen werden muß, so daß die Einheitlichkeit des Aufbaues etwas gestört wird. Vielleicht läßt sich dies bei einer neuen Auflage durch Neueinteilung der Abschnitte beseitigen, damit zum Wert des Inhalts auch noch der Wert der Form klar hinzukommt.

[E 1458] Dr. Kronenberg

Kurzgefaßtes **Handbuch der Elektrizitätszählertechnik.** Von F. Bergtold. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 250 S. m. 327 Abb. Preis 17,80 ℳ.

Ausgehend von den kurzgefaßten Grundlagen der Tarifbildung und der Meßtechnik, bringt der Verfasser die Schaltungen der Zähler und geht dann auf die Bauteile wie Zählerwerke, Ankerlager, Triebwerke usw. ein. Der Text wird durch Zeichnungen erläutert, die besonders in der Form der schematischen Triebwerkzeichnungen sehr übersichtlich sind. Die Beschränkung des Inhaltes auf die üblichsten Zähler — Strombegrenzer, Münzzähler u. ä. sind nicht behandelt — ist nur von Vorteil für die Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit des Inhalts.

[E 1442] Pa.

Pneumatische Materialtransporte. Von Hans Rudolf Karg. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 48 S. m. 7 Tab. Preis 3 ℳ.

Das Gebiet der Druck- und Saugluftförderung ist im Schrifttum bisher etwas stiefmütterlich behandelt worden. Man kann es daher nur begrüßen, daß der Verfasser dieses Werkes mit einer verhältnismäßig kurzen, übersichtlichen Abhandlung über die Anordnung und Berechnung solcher Anlagen auch dem auf diesem Sondergebiet nicht vorgebildeten Ingenieur oder Fabrikleiter die Möglichkeit gibt, selbst ohne Anwendung zeitrauben[...] Berechnungen eine solche Anlage zu erbauen oder zu [...] urteilen. Besonders eingehend werden die Späneabsa[...] anlagen behandelt. [E 1447] S[...]

Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte. **Lud[...] Franzius.** Von G. de Thierry. Berlin 1928, V[...] Verlag. 37 S. m. 2 Bildern. Preis 1 ℳ, für Mitglie[...] des V. d. I. 0,90 ℳ.

Am 23. Juni 1928 werden es 25 Jahre, daß Lud[...] Franzius, der Oberbaudirektor der freien Hansastadt Brem[...] starb. Aus diesem Anlaß erscheint in der vom Ve[...] deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Deutschen Muse[...] herausgegebenen Schriftenreihe eine ausführliche Franz[...] Biographie. Unter Benutzung der von Franzius für se[...] Angehörigen geschriebenen Selbstbiographie beric[...] de Thierry über Franzius' Jugend- und Studienzeit, ü[...] seine Tätigkeit als Bauführer und „Wasserbaukondukte[...] in hannoverschen Diensten, als Professor an der B[...] akademie in Berlin und endlich als Oberbaudirektor [...] Bremen. Die erfolgreiche Durchführung der Korrektion [...] Unterweser, infolge deren es möglich wurde, die Seesch[...] fahrt wieder nach der Stadt Bremen heranzuführen, [...] Franzius weit über die Grenzen seines Vaterlandes hin[...] berühmt gemacht, so daß er bei vielen ähnlichen Un[...] nehmen um sein Gutachten gebeten wurde. Mit technisc[...] Wissen und Können verband Franzius eine vielseitige [...] dung und vorzügliche Charaktereigenschaften, die von ei[...] unvergleichlichen Herzensgüte gekrönt wurden. So k[...] er insbesondere seinen jungen Fachgenossen in jeder [...] sicht ein Vorbild sein.

Von dieser Erkenntnis ausgehend, hat die Siemens-Ri[...] Stiftung beschlossen, den Studierenden des Wasserbaufac[...] für hervorragende Leistungen eine Franzius-Plakette zu v[...] leihen und ihnen gleichzeitig auch das vorliegende [...] zu überreichen. [E 1543] H[...]

Die Abwasserreinigung. Von H. Bach. München [...] Berlin 1927, R. Oldenbourg. 183 S. m. 64 Abb. P[...] 9,60 ℳ.

Nirgends auf dem europäischen Festlande gibt es e[...] so dichte Häufung von Großstädten wie im Rheinisch-W[...] fälischen Industriegebiet, nirgends eine so entwickelte [...] so viel Abwasser hervorbringende Industrie einschließ[...] des Bergbaues wie dort. Die Notwendigkeit, die Abwäs[...] planmäßig zu sammeln und zu reinigen, ließ u. a. die [...] schergenossenschaft entstehen. Als deren Oberchemiker [...] der Verfasser die Erfahrung gemacht, daß wir in dem so[...] so reichen Schrifttum über Abwasser kein Werk haben, [...] Klärwärter oder sonstiges Hilfspersonal über die Abwas[...] reinigung zu belehren. Das Buch will diese Lücke a[...] füllen. Es wendet sich also ausschließlich an solche P[...] sonen, denen die Sonderfachkenntnisse abgehen; dazu geh[...] nicht nur technisches Hilfspersonal, sondern der Verfas[...] will auch zu Ärzten, Chemikern und Verwaltungsbeam[...] sprechen. Da im westdeutschen Industriegebiet die v[...] schiedensten Verfahren vorkommen, kann Bach die versc[...] densten Reinigungsanlagen in Betracht ziehen, auch w[...] er sich fast ausschließlich an Anlagen in der erwähn[...] Gegend hält. Das Ziel, das sich der Verfasser mit d[...] Buche gesteckt hat, ist weit gehalten, aber doch von i[...] erreicht worden. Vielleicht wäre es besser gelung[...] wenn man der Anfertigung der Abbildungen des Buc[...] noch etwas mehr Sorgfalt gewidmet hätte.

[E 1439] Bae[...]

Die Verflüssigung der Kohle nach Fr. Bergius. Von Wal[...] Friedmann. Berlin 1928, Allgemeiner Industrie-V[...] lag. 60 S. Preis 3,50 ℳ.

Kohle-Koks-Teer, 18. Bd.: **Theorie der Reduktionsfähigk[...] von Steinkohlenkoks.** Von Georg Agde und [...] Schmitt. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 16[...] m. 17 Abb. Preis 18,50 ℳ.

Die Methodik der Fermente. Herausgeg. von Carl Oppe[...] heimer und Ludwig Pincussen. 2. Lfg. Leip[...] 1928, Georg Thieme. S. 321 bis 624 m. Abb. Preis 28 [...]

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen: **Destillie[...] und Rektifizieren.** Von Kurt Thormann. Leip[...] 1928, Otto Spamer. 114 S. m. 65 Abb. Preis 14 ℳ.

Lehrbuch der physikalischen Chemie. Von Karl Jell[...] nek. 2. Aufl. 2. Bd. 4. Lfg. Stuttgart 1928, Ferdina[...] Enke. 272 S. m. Abb. Preis 21 ℳ.

Die Herstellung der Sprengstoffe. Von Theodor Men[...] Berlin 1928, Carl Heymanns. 148 S. Preis 12 ℳ.

Handbuch der gesamten Textilindustrie, 3. Bd.: **Die Bandweberei** (Bandwirkerei). Von Otto Both. 1. T.: Die Bindungen, Patronen und Musterungen. 5. Aufl. Leipzig 1928, Max Jänecke. 197 S. m. 346 Abb. Preis 6,50 ℳ.
Sammlung Göschen, 185. Bd.: **Textilindustrie.** 2. T. Von Max Gürtler. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 134 S. m. 50 Abb. Preis 1,50 ℳ.
Die Technik der Auto- und Kutschenlackierung im Einzel- und Massenbetrieb. Von Charles E. Oliver. Übersetzt von Hans Wolff. Berlin 1928, Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 250 S. m. 33 Taf. u. 26 Abb. Preis 20 ℳ.
Motorlos in den Lüften. Zusammengestellt von Arthur Martens. Hannover 1928, Selbstverlag. 99 S. m. Abb. Preis 2 ℳ.
Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Herausgeg. von Fritz Giese. 6. Lfg. Halle a. d. S. 1928, Carl Marhold. 320 Sp. Preis 9 ℳ.
Schiffahrt-Jahrbuch 1928. Bearb. von L. Huckriede-Schulz. Hamburg 1928, Seedienst-Verlag. 755 S. Preis 15 ℳ.
Elektrizitäts-Pharusplan von Berlin. Von Wolfr. L. May. Berlin 1928, Selbstverlag. Preis 4 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Prüfung von Lagermetall

Zu der Veröffentlichung von Dipl.-Ing. Ackermann, Dortmund, in Z. Bd. 71 (1927) S. 1691, bemerke ich, daß meine Bemühungen, ein Kurzverfahren zur Prüfung von Lagermetall zu schaffen, nach einer Reihe andrer Versuche zu folgendem Verfahren geführt haben.

Auf einer umlaufenden Prüfscheibe aus Stahl wird ein genau abgemessener Tropfen Öl gleichmäßig verteilt und gegen die so geschmierte Fläche das Probestück des Lagermetalles mit einer kleinen, gut eingelaufenen Fläche angepreßt. Gemessen wird die Zeit, die bis zum Auftreten der ersten blanken Späne vergeht. Man erhält so ein Maß dafür, wie lange das betreffende Metall mit einer bestimmten Menge Öl auskommt, ehe die Zerstörung beginnt. Da Betriebstörungen besonders leicht dadurch eintreten können, daß die Schmiermittelzufuhr zeitweise unterbrochen wird, so erhält man hieraus eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Betriebsicherheit eines Lagermetalles. Weitere Schlüsse lassen das Aussehen der Fläche nach dem Versuch, ferner der Verlauf des Gleitwiderstandes und in geringerm Maß auch der Temperaturverlauf zu.

Mit diesem Verfahren habe ich insbesondere bei der Durchbildung des Lagermetalles Thermit überraschende Übereinstimmung mit praktischen Ergebnissen erreicht. Andre, früher benutzte Prüfverfahren habe ich aufgegeben und bitte, sie nicht mit meinem Namen zu bezeichnen.

Berlin G. v. Hanffstengel

Entgegnung.

Auf Grund der Ausführungen des Hrn. Prof. v. Hanffstengel wird das von mir angewandte Lagermetall-Prüfverfahren dahin genau angegeben, daß es mit reichlicher Schmierung nach den älteren Vorschlägen von v. Hanffstengel und Hanemann durchgeführt worden ist. Dieses Verfahren gibt, wenn Gießverfahren und Vorbehandlung der Probeblöckchen genau übereinstimmen, vollauf befriedigende Aufschlüsse über das Verhalten der Lagermetalle bei ungenügender Schmierung (infolge der Ausbildung der Gleitfläche halbflüssige Reibung!) und fand in jahrelangen Betriebsergebnissen praktisch volle Bestätigung.

Dortmund [D 1454] Ackermann

Großflächen-Holzschleifer

Zu dem Aufsatz von Hoyer in Z. Bd. 71 (1927) S. 1748 ist folgendes zu bemerken: Die erste in der Industrie verwendete Bauart der Einpressen-Schleifer mit großer Schleiffläche und ununterbrochener Zuführung des Holzes war nicht der Schleifer von John J. Warren, sondern der von der Firma J. M. Voith, Heidenheim a. d. Brenz, erbaute Stetigschleifer mit Kettenvorschub. Wohl hat Warren auch zunächst ohne Verbindung mit Voith Kettenschleifer bauen lassen — übrigens durch die Firma Bath Iron Works Ltd., Bath Maine, und Charles Walmsley & Co., Ltd., Montreal, Que., nicht von den Dominion Engineering Works —, jedoch geschah dies zu einer späteren Zeit, als der Bau von Stetigschleifern von der Firma Voith in Deutschland aufgenommen wurde. Die Maschinenfabrik Voith besitzt über diesen Gegenstand die heute noch gültigen deutschen Patente 213897 aus dem Jahre 1908 und 243738 aus dem Jahre 1910 sowie ein neueres Patent 369088 vom Juli 1921.

Es trifft ferner nicht zu, daß der Stetigschleifer der Eisengießerei und Maschinenfabrik Bautzen eine geringere seitliche Zusammenpressung des Holzes, dagegen einen stärkeren senkrecht gerichteten Druck auf die Holzfüllung ausübe. Es ist einleuchtend, daß auf die Randhölzer schräg von oben drückende Rollen, die selbst drehbar sind, eine wagerechte Druckkomponente von beträchtlicher Größe ergeben müssen, die von den Rollenwiderlagern aufzunehmen ist. Ohne diese Komponente wäre übrigens der zum Verschleifen erforderliche Anpreßdruck erfahrungsgemäß nicht zu erreichen; wenn die seitlichen Druckkomponenten beim Bautzen-Schleifer gering erscheinen, so hat dies seinen Grund darin, daß diese Schleifer bisher nur für geringe Kraftaufnahmen benutzt wurden und, wie sich auch aus der Abbildung 2 des erwähnten Aufsatzes erkennen läßt, einen sehr schmalen Holzschacht aufweisen — schätzungsweise 300 mm Breite gegen 1000 bis 2100 mm der Voithschen Stetigschleifer. [D 1566]

Heidenheim (Brenz) J. M. Voith

Schneckengetriebe für Kraftfahrzeuge

In dem in Heft 16 dieses Jahrganges S. 527 veröffentlichten Aufsatz von Dipl.-Ing. Friedmann sind folgende mit den Tatsachen nicht in Einklang stehende Angaben über unsere Erzeugnisse richtigzustellen.

1. Die im Aufsatz erwähnte Kupfer-Zink-Legierung war kein Admos-Metall, sondern „patentierte Rübelbronze".
2. Diese Legierung hat rd. 10 Jahre lang ohne Beanstandung als Baustoff für Schneckenkränze bei den Hansa-Lloyd-Werken gedient. Infolge erheblich gesteigerter Ansprüche bei Neukonstruktionen wurde im vergangenen Jahre von den Hansa-Lloyd-Werken eine zinkfreie Legierung vorgeschrieben, die wir ihnen laufend liefern.

Der vom Verfasser erwähnte Dauerversuch wurde mit einem von uns und nicht von der Hohenzollern-Hütte gelieferten Schneckenkranz durchgeführt. Die Legierung dieses Schneckenkranzes stimmt mit den Angaben in dem Aufsatz nicht überein.

Berlin-Oberschöneweide Allgemeines Deutsches Metall-Werk G. m. b. H.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

67. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

Essen, 9. bis 11. Juni 1928

Das Programm der 67. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure ist in Z. Nr. 14 vom 7. April 1928 S. 483 veröffentlicht. Zur Ergänzung, insbesondere über den wissenschaftlichen Teil, sei hier noch folgendes mitgeteilt.

Die wissenschaftlichen Veranstaltungen

beginnen Sonntag, den 10. Juni 1928, 13 Uhr, im großen Saal des Städtischen Saalbaues. Hierbei werden Geh. Reg.-Rat Prof. Richard Riemerschmid, Köln, über „Kunst und Technik" sowie Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Karlsruhe, über „Naturwissenschaft und Technik" sprechen.

Fachsitzungen

Freitag, den 8. Juni, 15 Uhr, finden bereits zwei Fachsitzungen statt. In der Fachsitzung

Dampftechnik

im Kammermusiksaal des Städtischen Saalbaues wird Prof. Dr. Berl, Darmstadt, über „Speisewasser und Kesselbaustoff" vortragen. Sodann sprechen Prof. Eberle, Darmstadt, über „Die Abhängigkeit der Wärmeleitzahl des Kesselsteins von seiner Zusammensetzung" und Dipl.-Ing. Seibert, Darmstadt, über „Die Wärmeaufnahme an verschiedenen Stellen der direkt bestrahlten Kesselheizfläche".

Die ebenfalls um 15 Uhr beginnende Fachsitzung

Schweißtechnik

im Vortragsaal Kaupenhöhe wird eingeleitet durch einen Vortrag von Prof. Dr. Henning, Berlin, über „Die Temperatur der Azetylen-Sauerstoff-Flamme". Hierauf folgen Vorträge von Prof. Keel, Basel, „Fortschritte der Gasschweißverfahren", Oberreg.-Rat Dr. Rimarski, Berlin, „Neuere Untersuchungen explosionssicherer Schmiermittel für Hähne an Schweißbrennern", Dr.-Ing. Strelow, Hamburg, und Ing. Bung, Köln, „Untersuchung über Materialtransport und physikalische Eigenschaften des Schweißlichtbogens" sowie von Dipl.-Ing. Herr, Berlin, „Neuere Untersuchungen von Schweißungen mit Röntgenstrahlen".

Sonnabend, den 9. Juni 1928, finden die Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen und fünf Fachsitzungen statt. In der

Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen,

9 Uhr im Kleinen Saal des Börsengebäudes, wird Oberreg.- und Baurat H. Bock, Essen, über „Die Wasserwirtschaft im rheinisch-westfälischen Industriegebiet" sprechen. Es folgt ein weiterer Vortrag von Baudir. Reg.-Baumeister a. D. v. Stegmann, Dortmund, „Ingenieurbauten im Bergbau über und unter Tage".

Die Fachsitzung

Verbrennungsmotoren,

9 Uhr im Kammermusiksaal des städtischen Saalbaues, wird eingeleitet durch einen Vortrag von Dr.-Ing. A. Reinsch, Düsseldorf-Rath, über „Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der schnellaufenden, namentlich der kompressorlosen Dieselmotoren". Ferner wird Dr.-Ing. Goßlau, Berlin, über „Experimentelle Untersuchungen über Wärmebeherrschung und Leistungssteigerung in luftgekühlten Flugmotorenzylindern" vortragen.

Die Fachsitzung

Metallkunde

wird um 15 Uhr im Kleinen Saal des Börsengebäudes abgehalten. Der erste Vortrag, von Dipl.-Ing. Obermüller, Pforzheim, behandelt das Thema „Aufgaben, Verfahren und Wirtschaftlichkeit beim Kokillenguß"; Dr.-Ing. Frommer, Berlin, wird über „Spritzguß und Konstrukteur" sprechen.

In der Fachsitzung

Vertrieb

um 15 Uhr im Rosenecksaal des städtischen Saalbaues wird Kaufm.-Ing. v. Appen, Hamburg, über „Vertriebstechnik und Ingenieur" vortragen. Es folgen zwei Vorträge, von Ziviling. Bader, Berlin, über „Rationelle Absatzgestaltung" und von Obering. Schlüter, Düsseldorf, über „Die Einführung eines Erzeugnisses auf dem Markt".

Die Fachsitzung

Ausbildungswesen,

15 Uhr im Vortragsaal Kaupenhöhe, bringt einen Vortrag von Prof. Dr.-Ing. E. h. C. Matschoß, Berlin, über „Der Verein deutscher Ingenieure und die Fortbildung der Ingenieure". Zwei weitere Vorträge, von Prof. H. Kluge, Karlsruhe, „Die Erziehung des Konstrukteurs" und von Dir. Prof. Dr.-Ing. Kraft, Berlin, „Die Fortbildung der in der Praxis tätigen Konstrukteure", schließen sich an.

Sonntag, den 10. Juni 1928, 9 Uhr, finden zwei Fachsitzungen statt. In der Fachsitzung

Landwirtschaftstechnik

stehen folgende Vorträge auf der Tagesordnung: Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn, „Die Entwicklungstendenzen im deutschen Landmaschinenbau und in den Weststaaten", vom Scheidt, Düsseldorf, „Die Landwirtschaft des Industriegebietes und ihre Forderungen an die Technik" und Dir. Feustel, Essen, „Die Bedeutung des rheinisch-westfälischen Industriebezirks für den Landmaschinenbau".

Ebenfalls um 9 Uhr, im Vortragsaal Kaupenhöhe findet die Fachsitzung

Anstrichtechnik

statt. Oberbaurat Luther, Berlin, behandelt die „Technische Vorbereitung für Anstriche", Oberbaurat König, Magdeburg, die „Beanspruchung von Schutzanstrichen an Fahrzeugen" und Dr. Droste, Leverkusen, die „Seifenbildung in Anstrichen, ihr Nachweis und ihre Bedeutung für die Haltbarkeit der Anstriche".

Für Montag, den 11. Juni 1928, sind zahlreiche

Besichtigungen

in Essen und Umgebung angesetzt. Außer der Besichtigung der Übertageanlagen einer Steinkohlenzeche werden von Hüttenwerken u. a. besichtigt: mehrere Abteilungen von Fried. Krupp, A.-G., Essen, und von den Vereinigten Stahlwerken, Mülheim-Ruhr und Bochum, sowie die Duisburger Kupferhütte, Duisburg. Von Fabriken ist der Besuch der Demag A.-G., Duisburg, und des Kabelwerkes Duisburg in Aussicht genommen. Hierzu kommen noch Besichtigungen des Elektrizitätswerkes Hattingen, der Duisburg-Ruhrorter Häfen, von Kläranlagen und Schleusenbauten und schließlich der Konsumanstalt von Fried. Krupp, A.-G., Essen.

Ausstellungen.

Im Volkwang-Museum findet die Ausstellung „Kunst und Technik" statt. Hierzu kommen zwei weitere Ausstellungen im Probesaal des städtischen Saalbaues, und zwar „Vertriebstechnik" und „Verein deutscher Ingenieure".

Weitere Einzelheiten, insbesondere über die Bestellung von Teilnehmerkarten und Wohnungen, sind aus den VDI-Nachrichten Nr. 18 vom 2. Mai 1928 zu ersehen.

[V 1604]

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
d. 72 SONNABEND, 26. MAI 1928 Nr. 21

Über den wirtschaftlichen Geltungsbereich der verschiedenen öffentlichen Verkehrsmittel

Von W. Stein, Direktor der Hamburger Hochbahn-Aktiengesellschaft

Vorgetragen in den Sitzungen des Vereines deutscher Ingenieure und des Hamburger Bezirksvereines über Fragen der Verkehrstechnik in Berlin und in Hamburg.

Der Anwendungsbereich der verschiedenen Verkehrsmittel — Ungesetzliche Verkehrsunternehmungen — Anteil der verschiedenartigen Verkehrsmittel am Gesamtverkehr — Die Frage der geeignetsten Verkehrsmittel zur Bewältigung des wachsenden Verkehrs — Schnellbahn und Straßenbahn, Kraftwagen und Eisenbahn, Eisenbahn und Luftverkehr.

Es handelt sich hier um die Frage, in welchen Fällen im Personenverkehr den Haupt- und Nebeneisenbahnen, den Kleinbahnen, Straßenbahnen, städ-chen Schnellbahnen, Autobussen, Oberleitungswagen, ampf- und Motorschiffen und den Flugzeugen aus wirt-haftlichen Gründen der Vorrang gebührt. Der Güter-rkehr ist nicht in Betracht gezogen; bei ihm liegen die rhältnisse im ganzen einfacher und sind anderweitig hon häufig behandelt[1]).

Schon früher waren die

Grenzgebiete des Anwendungsbereichs verschiedener Verkehrsmittel

rittig. Z. B. haben die Hauptbahnen sich von jeher gegen ie Beeinträchtigung ihres Personenverkehrs durch die einbahnen und Straßenbahnen gewehrt. Neuerdings ist der reit um das Anwendungsgebiet bei den verschiedenen erkehrsmitteln heftiger geworden, in dem Grade, wie ch die einzelnen Verkehrsmittel technisch vervollkomm-t haben und neuartige Verkehrsmittel, wie die Auto-sse, Oberleitungswagen (gleislose Bahnen) und Flug-uge hinzugetreten sind. Noch vor wenigen Jahren men für größere Reisen auf dem Festlande nur die senbahnen in Betracht; gegenwärtig machen ihnen aber e Flugzeuge sowie die Kraftwagen den Verkehr ziemlich weitem Umfange streitig. Im innerstädtischen erkehr hat ein lebhafter Wettkampf eingesetzt zwischen n Straßen- und Schnellbahnen und den Autobussen; gar dort, wo diese Verkehrsmittel in einer Hand ver-nigt sind, ist ein Wettstreit um die Gunst der Fahrgäste werkennbar. Im zwischenstädtischen Verkehr, beson-rs im Industriegebiet von Rheinland-Westfalen, findet an ähnliche Erscheinungen, wobei an den lebhaften ampf um die Schnellbahn Köln–Dortmund nebst Zweig-ien zu erinnern ist. In manchen Fällen wird man radezu von einer Anarchie im Verkehrswesen sprechen rfen, weil bei dem Kampf um den Verkehr die Rück-hten auf die allgemeine Wirtschaft in schädlicher eise vernachlässigt werden.

Verordnungen und Gesetze und ihre Umgehung

Die Reichsregierung hat dies schon seit längerer eit erkannt und die Verordnung betr. Kraftfahrzeug-ien[1a]) vom 24. Januar 1919 erlassen, die u. a. dazu stimmt ist, den schädlichen Wettbewerb zwischen ahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmungen durch nführung einer Genehmigungspflicht beim Verkehr ischen verschiedenen Gemeinden einzuschränken. Die eußische Regierung hat hierzu unter dem 10. Dezember 21 eine Ausführungsanweisung[2]) erlassen, in der aus-ücklich die Genehmigung davon abhängig gemacht rd, daß für bereits bestehende Kraftfahrzeuglinien oder leinbahnen nicht ein sie gefährdender unwirtschaftlicher Wettbewerb erwächst. Das Reich hat alsdann die Verordnung vom 24. Januar 1919 zu dem sogenannten Kraftfahrliniengesetz vom 26. August 1925[3]) ausgebaut, wobei Ausführungsbestimmungen für das Reich vorgesehen, aber bisher noch nicht erlassen sind. Für Preußen ist die erwähnte Ausführungsanweisung vom 10. Dezember 1921 einstweilen in Kraft geblieben.

Diese Gesetze und Verordnungen haben sich indessen nur als beschränkt wirksam erwiesen. Der Grund liegt teils darin, daß für das Kraftfahrliniengesetz die Ausführungsbestimmungen immer noch fehlen und daher bei Streitfällen den Behörden und Gerichten wirksame, den einzelnen Fall anders als bisher regelnde Handhaben fehlen. Teilweise liegt es aber auch an den Gesetzen selbst; wenigstens läßt sich zeigen, daß die Fassung des Kraftfahrliniengesetzes gewisse Mängel und Unklarheiten aufweist und daher den Zweck, den es haben sollte, nicht voll erfüllt. Schon die Begriffsbestimmung des Paragraphen 1, was eine „Kraftfahrlinie" ist, hat sich als völlig ungenügend und unklar erwiesen.

Eine Folge dieser Unklarheit bildet die Entstehung zahlreicher Kraftfahrunternehmungen, die unter dem Vorwand einer Vereinsgründung zum Zwecke der Beförderung der Mitglieder sich der Genehmigungspflicht entziehen. Dies wird so gemacht, daß ein Kraftfahrunternehmer einen Verein gründet, dessen Mitgliedschaft man jederzeit durch Zahlung eines winzigen Geldbetrages erwerben kann; der Fahrgast zahlt dann das tarifmäßige Fahrgeld und glaubt, nicht ein öffentliches Verkehrsmittel, sondern den Wagen seines Vereins zu benutzen. Die Verkehrsvereine führen so ihren ungesetzlichen Betrieb ruhig weiter und sind sogar in wiederholten Fällen durch die unteren Instanzen der Gerichte gegen Verfolgung geschützt worden. Ein letztinstanzliches Urteil über diese Vorgänge steht freilich noch aus.

Auch in andern Ländern ist man der Frage der Einschränkung des Wettbewerbs im städtischen Verkehrswesen nähergetreten. Beispielsweise hat die englische Regierung für London einen Verkehrsausschuß eingesetzt, dessen Aufgabe es ist, „den bestehenden verlustbringenden unwirtschaftlichen und unnötigen Wettbewerb zwischen den verschiedenen Verkehrsunternehmungen zu beseitigen"[4]).

Der Anteil der verschiedenen Verkehrsmittel am Gesamtverkehr

Um eine Vorstellung von der Art des Wettbewerbs der verschiedenen Verkehrsmittel in den Grenzen ihres tatsächlichen Wirkungsbereichs zu geben, habe ich in Abb. 1 den Versuch gemacht, den Verkehr, der sich in einer Großstadt abwickelt und von ihr ausstrahlt, zahlenmäßig zu erfassen und nach der Art des Verkehrsmittels

[1]) Vergl. u. a. „Der Güterumschlagverkehr", Sonderheft der VDI-Zeitschrift, Berlin 1925. [1a]) Reichsges.-Bl. 1919/I Nr. 17 S. 97.
[2]) Mitt.-Bl. d. Handels- u. Gewerbe-Verw. 1921 Nr. 18 S. 268.
[3]) Reichsges.-Bl. 1925/I Nr. 24 S. 319.
[4]) Vergl. W. Stein, „Hamburger Stimmen", 14. Nov. 1927, ferner Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. Bd. 68 (1927) S. 1277.

und des Verkehrs selbst zu gliedern, d. h. anzugeben, wie sich der Verkehr im Stadtverkehr (0 bis 10 km Entfernung von der Stadtmitte), im Vorortverkehr (10 bis 30 km), im Nachbarverkehr (30 bis 200 km), im Fernverkehr (200 bis 1000 km), und im Weltverkehr (über 1000 km) auf die verschiedenen Verkehrsmittel verteilt. Bei einer Aufstellung dieser Art, die für hamburgische Verhältnisse zugeschnitten ist, ist man zum Teil auf Schätzungen angewiesen, besonders wo es sich um den Reiseverkehr auf große Entfernungen und den privaten Kraftwagenverkehr handelt; die Darstellung erhebt daher auch nicht den Anspruch auf Genauigkeit in allen Punkten. Sie gibt zu folgenden Betrachtungen Anlaß:

Auffallend sind die hohen Zahlen des Nahverkehrs im Vergleich zum Fernverkehr. Eine bildliche Darstellung in gleichem Maßstabe führt zu kaum erkennbar kleinen Abmessungen des Verkehrs auf weite Entfernungen. Man muß aber beachten, daß die Beförderungsfälle im Nah- und Fernverkehr betrieblich nicht gleichwertig sind. Die durchschnittliche Reiselänge beträgt im Straßenbahnbetrieb etwas über 4 km. Aus den Angaben der Reichsbahn[5]) über den Verkehr der Stadt- und Vorortbahnen in Berlin und Hamburg berechnet sich die mittlere Reiselänge 1926 zu 11,5 km gegen 27,4 km im Fernverkehr.

Abb. 1
Verteilung des Verkehrs einer Großstadt.

Stadtverkehr

Hier überwiegt vorläufig noch der Straßenbahnverkehr, der in Hamburg zur Zeit noch 53,9 vH des Gesamtverkehrs ausmacht. Aber der Zuwachs dieses Verkehrs ist verhältnismäßig gering, weil die Schnellbahnen und die Autobusse den neu entstehenden Verkehr vorzugsweise an sich ziehen. Der städtische Schnellbahnverkehr (Hochbahn und Stadt- und Vorortbahn) verhält sich zur Zeit zum Straßenbahnverkehr in Hamburg wie 44,1 : 55,9; in Berlin beträgt das Verhältnis noch 41,9 : 58,1, in New York dagegen bereits 64,5 : 35,5[6]).

Zukunft des Schnellbahnverkehrs

Es ist nur eine Frage der Zeit, daß auch in den deutschen Großstädten die Schnellbahnen die Hauptmasse des Verkehrs zu bewältigen haben werden. Der Ausbau dieses Verkehrsmittels stellt die einzig durchgreifende Lösung der vorhandenen und immer weiter wachsenden Schwierigkeiten dar, weil der selbständige Bahnkörper der Hoch- und Untergrundbahn neue Zuwege von und zur Stadt darstellt mit einer unübertroffenen Leistungsfähigkeit für den Personenverkehr.

[5]) Vergl. Baumgarten, Z. d. Ver. Deutscher Eisenb.-Verw. Bd. 68 (1927) S. 1120.

[6]) Electric Railway Journal Bd. 69 (1927) S. 85.

Leistung der Verkehrsmittel im Stadtverkehr

Die theoretische Leistung einer Straßenbahnstrecke beläuft sich auf 10- bis 12 000 Fahrgäste in 1 h in jeder Richtung. Diese Zahl kann nicht wesentlich gesteigert werden, weil die Belastung der Straßen durch den übrigen Verkehr und die an den Straßenkreuzungen entstehenden Stockungen dem Betrieb eine feste Grenze setzen.

Auch durch Autobusse lassen sich höhere Verkehrszahlen nicht erreichen. Man wird im allgemeinen sogar die Verkehrsleistungen des Autobusbetriebes schon wegen der größeren Zwischenräume zwischen den einzelnen Fahrzeugen geringer ansetzen müssen als diejenigen der Straßenbahn, vorausgesetzt, daß man die Stehplätze nach der tatsächlichen Ausnutzung in Rechnung stellt. Es ist auch kein Straßenzug bekannt, in dem in einer Richtung mehr als 10 000 Fahrgäste in 1 h durch Autobusse befördert werden könnten.

Dagegen läßt sich eine neuzeitliche Hoch- und Untergrundbahn unschwer auf eine Leistung von 40 000 Fahrgästen in 1 h in jeder Richtung und mehr bringen, obwohl sie in bezug auf Breite und Höhe der Durchfahrt geringere Anforderungen stellt als eine neue Straße. Die Grenze der Entwicklung für die Hoch- und Untergrundbahn liegt dennoch in den Raumverhältnissen und außerdem in den Kosten. In den meisten Großstädten macht die Unterbringung der für die Zukunft erwünschten Schnellbahnlinien beträchtliche Schwierigkeiten und infolgedessen auch immer höhere Kosten. Man hat daher schon jetzt Zukunftspläne aufgestellt, die möglichst alle technisch ausführbaren Schnellbahnlinien in ihrem gegenseitigen Verhältnis zueinander enthalten und demzufolge auch die Grenzen der möglichen Entwicklung erkennen lassen. In New York ist man mit den ausgeführten Bahnen dieser Grenze schon bedenklich nahegerückt. In Berlin und Hamburg ist dagegen noch ein ziemlich weites Feld für neue Bahnen dieser Art vorhanden und hier sind es hauptsächlich die Rücksichten auf die hohen Baukosten, die den Baufortgang beschränken.

Neue Schnellbahnen trotz voraussichtlicher Unwirtschaftlichkeit

Neue Bahnanlagen dieser Art werden sich künftig im allgemeinen nicht wirtschaftlich gestalten lassen. Hierfür sind folgende Zusammenhänge maßgeblich:

Die Kosten für die Beförderung eines einzelnen Fahrgastes setzen sich bekanntlich zusammen aus den Kosten des laufenden Betriebes einschließlich der Steuern und aus den Beträgen, die für die Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals erforderlich sind. Der notwendige durchschnittliche Fahrpreis berechnet sich aus der mittleren Fahrtlänge und den Betriebskosten für einen Personenkilometer zuzüglich eines Betrages, der die Verzinsung und Abschreibung deckt. Die Betriebskosten für einen Personenkilometer wird man bei großstädtischen Bahnen zur Zeit mit etwa 4 ₰ ansetzen können, bei Schnellbahnen vielleicht noch etwas niedriger. Bei einer im Stadtverkehr der Großstädte üblichen mittleren Fahrtlänge von 3 bis 5 km halten sich also die Betriebskosten in den Grenzen von etwa 12 bis 20 ₰ für einen Fahrgast.

Um den Betrag für Verzinsung und Rücklagen zu berechnen, braucht man zunächst die Höhe des buchmäßigen Anlagekapitals und die Zahl der jährlichen Fahrgäste, um festzustellen, welcher Teil des Anlagekapitals durch jede einzelne Fahrt zu verzinsen ist. Bei den Hamburgischen Straßenbahnen stand z. B. im Jahre 1926 einem buchmäßigen Anlagekapital von 47 Mill. *RM* ein Jahresverkehr von 234 Mill. Fahrgästen gegenüber, so daß auf die einzelne Fahrt die Verzinsung von 0,20 *RM* Anlagekapital entfiel. Setzt man für Verzi

sung und Rücklagen zusammen 9 vH an, so würde sich der Fahrpreis durch einen Zuschlag von 1,8 ₰ für Verzinsung usw. zu den Betriebskosten ergeben.

Bei der Hamburger Hoch- und Untergrundbahn stellten sich 1926 die Verhältnisse folgendermaßen:

Anlagekapital 73 Mill. *RM*,
Fahrgäste 88 Mill.

Auf eine Fahrt entfiel also der Kapitaldienst für 0,83 *RM*. Rechnet man für Verzinsung und Rücklagen 8 vH, so ergibt sich ein Zuschlag von 6,64 ₰ zu den Betriebskosten. Da die Betriebskosten je Fahrgast sich mit Rücksicht auf die größere mittlere Reiselänge nicht niedriger als bei der Straßenbahn stellen, so ergibt der Kapitaldienst bei der Hochbahn ein Mehrerfordernis von mindestens 5 ₰, das durch den Fahrpreis der Hochbahn nicht gedeckt wird.

Erhöhte Fahrpreise für neue Schnellbahnen

Bei einer neu zu erbauenden Hoch- und Untergrundbahn im Stadtinnern wird man auf 1 km kaum weniger als 5 Mill. ℳ Anlagekosten rechnen dürfen. Nimmt man an, daß die neue Strecke einen jährlichen Verkehr von 2,5 Mill. Fahrgästen/km hat, so würde auf die einzelne Fahrt der Kapitaldienst für 2 *RM* entfallen, d. h. bei 9 vH für Verzinsung und Rücklagen 0,18 *RM* Zuschlag zu den Betriebskosten. (Für neue Anlagen muß mit einem höheren Zinsfuß gerechnet werden.) Der mittlere Fahrpreis auf einer solchen neuen Strecke müßte also mehr als 0,30 *RM* betragen, wenn die Bahn als rentabel angesehen werden soll. Unter andern Verhältnissen sind auch andre Beträge möglich. In Berlin z. B. werden sowohl die Anlagekosten wie auch die Verkehrszahlen höher sein. Daß sich ein wesentlich geringerer Kapitaldienst für die einzelne Fahrt ergibt, ist indessen unwahrscheinlich.

Der Autobusbetrieb

Höhere Betriebskosten, geringerer Kapitaldienst. Im Autobusbetrieb sind die Betriebskosten, auf den einzelnen Fahrgast berechnet, in der Regel um 60 bis 70 vH höher als in einem lebhaften Straßenbahnbetrieb, was sich aus den höheren Kosten der Gummibereifung, des Motorbetriebes und der Bedienung und Wagenerhaltung leicht berechnen läßt[7]). Die Betriebskosten für den Fahrgast betragen daher bei 3 bis 5 km Fahrtlänge 19 bis 34 ₰. Das Verhältnis von Anlagekapital in Reichsmark zu der jährlichen Zahl der Fahrgäste kann auf etwa 0,4 geschätzt werden, so daß auf die einzelne Fahrt der Kapitaldienst für 0,40 RM entfällt. In diesem Falle sind aber die Abschreibungen wesentlich höher als bei Straßen- und Schnellbahnen, und man wird daher mindestens 20 vH für den gesamten Kapitaldienst einsetzen müssen, d. h. einen Zuschlag von 8 ₰ zu den Betriebskosten. Der Fahrpreis müßte also 27 bis 42 ₰ betragen. Wenn er in manchen Städten heute noch niedriger ist, so kann dies daran liegen, daß die Wagen ungewöhnlich gut ausgenutzt werden (Berlin), daß auf Vollgummi gefahren wird (Berlin), die Betriebskosten daher niedriger sind, oder daß der Verlust aus andern Quellen gedeckt wird. Es ist zu beachten, daß die Reichspostverwaltung bei einem Grundtarif von 10 ₰/km die Kosten des Kraftwagenbetriebes aus den Fahrgeldeinnahmen nicht annähernd zu decken vermag.

Jedenfalls wird man aus Vorstehendem erkennen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen im großstädtischen Verkehr immer noch

die Straßenbahn das weitaus billigste Beförderungsmittel

ist, ferner, daß sich im ganzen der

Autobus noch teurer als die Hoch- und Untergrundbahn

stellt, während im Gegensatz zu dieser der Autobus zur Entlastung der Straßen nicht nur nichts beiträgt, sondern im Gegenteil sich mit dem übrigen Fuhrwerkverkehr in den Straßenraum teilt. Beim Autobus handelt es sich also um ein ziemlich anspruchsvolles Verkehrsmittel.

Wenn das Publikum ihn vorzieht, so ist nicht einzusehen, warum man den Wünschen der Fahrgäste nach weiterer Ausdehnung dieses Betriebszweiges nicht Rechnung tragen sollte, soweit die Rücksichten auf die übrigen Verkehrsmittel dies irgend zulassen. Es liegt aber nicht der geringste Grund vor, dieses von Natur teure Verkehrsmittel zu besonders niedrigen Fahrpreisen verkehren zu lassen, sei es auf Kosten der Straßenbahnbenutzer oder der Steuerzahler. Der Autobusbetrieb fällt nämlich auch dann einem im Wettbewerb mit ihm stehenden Bahnbetriebe zur Last, wenn er durch seine natürliche Anziehungskraft in Verbindung mit einem niedrigen Tarif in der Lage ist, dem Bahnbetrieb einen unverhältnismäßig großen Teil der Fahrgäste und insbesondere die gleichmäßige Grundbelastung zu entziehen, so daß dem Bahnbetriebe nur die unvorteilhafte Spitzenbelastung verbleibt.

Um dem neuzeitlichen und vom Publikum gewünschten Autobusbetrieb zu einer schnellen Entwicklung zu verhelfen, haben einzelne Stadtverwaltungen den Autobusfahrpreis gleich hoch oder nur wenig höher festgesetzt als den Straßenbahnfahrpreis, obwohl die Betriebsrechnung des Autobus höhere Kosten aufweist als die der Straßenbahn. Kein Geschäftsmann wird auf die Dauer eine teure und an sich begehrtere Ware zu einem Verlustpreis verkaufen in der Erwartung, daß der Verlust durch den gleich hohen und daher überteuerten Preis einer nach Ansicht der Käufer geringeren Ware gedeckt wird; er wird vielmehr den Preis für seine Ware auf der Grundlage der Gestehungskosten richtig ausrechnen. Wenn man im Verkehrswesen von diesem allgemeinen Grundsatz bewußt abweicht, so können die Endergebnisse unmöglich gut sein. Entweder ist der Straßenbahntarif unnötig hoch; dann wird die Straßenbahn künstlich ihres Verkehrs beraubt und daher weniger rentabel, während sich der Autobus übermäßig entwickelt, ohne die Überschüsse abzuwerfen, die man von der Straßenbahn haben könnte. Oder der Fahrpreis ist für den Autobus unzureichend; dann wird man letzten Endes genötigt sein, den Autobusbetrieb zu beschränken.

Eine allen Verkehrsmitteln gerecht werdende Entwicklung wird man nur dann erwarten dürfen, wenn die Fahrpreise nach den Betriebskosten jedes Verkehrsmittels bemessen werden.

Der Autobusbetrieb ist in letzter Zeit dadurch billiger geworden, daß der Brennstoffpreis gesunken ist und daß die Luftreifen eine längere Lebensdauer als früher aufweisen; manche Verwaltungen haben auch ihre Wagen vergrößert und erreichen damit eine höhere Besetzung für den Wagenkilometer. Es wird ferner versucht, durch bessere Bauart und vervollkommnete Werkstätten an Erhaltungskosten zu sparen. Vielleicht gelingt es auch, durch Einführung des Rohölmotors die Kosten weiter herabzudrücken. Es ist daher möglich, daß sich der Kostenunterschied gegen die Straßenbahn im Laufe der Zeit vermindert. Aber auch wenn er ganz verschwinden sollte, wird immer die Frage zu beantworten sein, wer das einmal aufgewendete Anlagekapital der Bahnen verzinsen soll, wenn diese durch den Autobus ohne zwingenden Grund entwertet werden.

Welche Bedeutung der Kraftwagenbetrieb für den Personenverkehr z. Z. in Deutschland hat, erkennt man an einem Vergleich der Beförderungsleistungen der Straßenbahnen und der Kraftwagenlinien für 1927. Die Straßenbahnen haben insgesamt 4060 Mill. Personen befördert, die Kraftwagenlinien etwa 320 Mill. Die letztere Zahl mußte z. T. geschätzt werden, da noch nicht alle Betriebe statistisch erfaßt sind. Die Berliner Autobusse (Aboag) beförderten allein 158 Mill., die Reichspost 48,5 Mill. Personen.

Die gleislose Bahn

Ein Mittelding zwischen elektrischer Straßenbahn und Autobus ist der Oberleitungswagen oder die sogenannte „gleislose Bahn“; der Betrieb vollzieht sich ohne Schienen mit autobusähnlichen Fahrzeugen, die von Elektromotoren

[7]) Eine abweichende Darstellung der Verhältnisse in englischen Städten in Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. Bd. 68 (1928) S. 237 trifft für deutsche Verhältnisse nicht zu.

angetrieben werden und den Strom aus einer zweipoligen Oberleitung mit doppeltem Stromabnehmer erhalten. Dieses zuerst um 1898 von Schiemann in Dresden entwickelte Verkehrsmittel hat in Deutschland nicht recht Fuß fassen können, wird aber noch für Frachtzwecke benutzt, z. B. in Altona als Vorspann für Frachtwagen auf der Steilrampe zwischen Neumühlen und Palmaille. In England trifft man die gleislose Bahn neuerdings häufiger, teils als Ersatz für die Straßenbahn, teils als Zubringer.

Das wesentliche Merkmal der gleislosen Bahn ist die zweipolige Fahrleitung. Eine Mitbenutzung der Straßenbahnoberleitung ist daher nicht möglich. Die Wagen sind in der Lage, andern Fuhrwerken bis zu einem gewissen Grade (4,5 bis 5 m seitlich der Oberleitung) auszuweichen, sind aber nicht so freizügig wie die Autobusse, da sie an die Oberleitung gebunden sind. Die Betriebskosten stellen sich etwas niedriger als bei den Autobussen, weil die Triebkraft billiger und die Erhaltkosten etwas geringer sind.

Die Vorliebe der Fahrgäste für den auf Gummi fahrenden Autobus scheint sich auch auf den Oberleitungswagen zu übertragen. Wirtschaftlich gerechtfertigt wird er überall dort sein, wo noch keine Straßenbahn vorhanden ist und ein solches Verkehrsbedürfnis vorliegt, daß regelmäßige Fahrten einzelner Wagen sich lohnen, während anderseits der Verkehr für die richtige Ausnutzung und Verzinsung einer Gleisanlage nicht ausreicht.

Alle diese Bedingungen werden bei uns gleichzeitig nur selten erfüllt. So erklärt es sich, daß die gleislose Bahn bisher keine große Bedeutung gewonnen hat. Z. T. liegt dies aber zweifellos auch daran, daß frühere Mißerfolge die weitere Anwendung hemmen und daß die neueren Fortschritte im Wagenbau und in der Bereifung noch nicht ausgenutzt sind. Die gleislose Bahn würde sich für manche Außenlinien, vielleicht auch für Postkraftwagenlinien besser eignen als der Autobus.

Schnellbahn und Straßenbahn

Es entsteht die Frage, ob die vorstehend entwickelten Erwägungen auch für das Verhältnis zwischen Straßenbahn und Schnellbahn zutreffen. Die Schnellbahn wird bei ausreichender Verkehrsdichte niedrigere Betriebskosten für den Personenkilometer haben als die Straßenbahn, weil sie infolge der längeren Züge für den einzelnen Fahrgast weniger Betriebspersonal benötigt. Wenn also zur Rentabilität der Gesamtanlage, wie oben dargelegt, ein höherer Fahrpreis erforderlich ist, so liegt dies lediglich an den hohen Aufwendungen für den Bahnkörper, d. h. für den Weg über oder unter der Straße.

Der Unterschied gegenüber der Straßenbahn besteht also darin, daß bei der Straßenbahn der benutzte Weg dem Fahrgast nicht oder nur mäßig berechnet wird, während er bei der Hoch- und Untergrundbahn den Fahrpreis stark belastet. Dies beruht auf der Vorstellung, daß die öffentliche Straße, wenn ihre Anlage oder Erweiterung auch noch so teuer gewesen ist, nirgends zu Buch steht, während die Anlage der Schnellbahn ein zu verzinsendes Kapital darstellt.

Den Straßenbahngesellschaften gegenüber haben die Stadtverwaltungen allerdings sehr häufig einen andern Standpunkt eingenommen und, auch Paragraph 6 Abs. 3 des Preußischen Kleinbahngesetzes kennt „ein angemessenes Entgelt für die Benutzung des Weges", so daß wenigstens früher eine städtische Abgabe von Straßenbahneinnahmen weit verbreitet war. Neuerdings ist diese Abgabe vielfach als solche verschwunden, teils weil die Bahnen notleidend wurden, hauptsächlich aber, weil die Städte die Bahnen selbst übernommen haben.

Für den Fahrgast und das Unternehmen ist es selbstverständlich erwünscht, frei von Abgaben und Zinslasten zu sein; wenn solche aber bei den Schnellbahnen einer Stadt unvermeidlich sind, so liegt kein ausreichender Grund vor, nicht auch die Straßenbahnfahrgäste derselben Stadt an einer solchen Belastung teilnehmen zu lassen. Wenn die Straßenbahn in einer Großstadt nicht mehr Raum genug auf der Straße findet und teilweise in eine Unterpflasterstrecke verlegt werden muß, wie dies z. B. in London und Boston und auch einmal für Berlin geschehen ist, so wird man die Fahrgäste, die diese Strecke benutzen, nicht gut mit einer Sondergebühr belegen können. Geht man noch einen Schritt weiter und läßt man die ganze Bahn auf eigenem Bahnkörper fahren, so daß sie zur Hoch- und Untergrundbahn wird, so wird eine Stadtverwaltung, die beide Bahnarten in einer Hand vereinigt, niemandem Unrecht tun, wenn sie die Lasten des besonderen Bahnweges auf alle Fahrgäste verteilt. Dies führt dazu, die

Straßenbahn zum Kapitaldienst der Hoch- und Untergrundbahn heranzuziehen,

wie es in Hamburg, übrigens auch in Berlin und Boston, in gewissem Sinne auch in London, bereits geschehen ist. Eine Sache für sich ist es, ob man die hierbei eingehenden Beträge zur Verzinsung der vorhandenen auf Anleihe gebauten Bahnanlage verwendet oder sie unmittelbar zum Bau weiterer Strecken benutzt; es wird dies davon abhängen, wie der Zinsfuß sich gestaltet und ob den Fahrgästen eine Sonderbelastung aus dem Grunde zugemutet werden kann, weil die vorhandene Bahnanlage niedriger zu Buch steht, als ihr wirklicher Wert beträgt, die Fahrgäste also gewissermaßen Nutznießer früherer Geschlechter sind und daher auch etwas für die Zukunft leisten können. Insoweit die Fahrgäste zugunsten des Baues neuer Bahnen belastet werden, werden bleibende Werte geschaffen, während die Deckung höherer Betriebskosten, wie sie beim Autobus entstehen, bleibende Werte nicht schafft.

Es ist also nicht gerechtfertigt, den Straßenbahnfahrgast zu den höheren Kosten des Autobusbetriebes heranzuziehen, wohl aber zum Kapitaldienst der Hoch- und Untergrundbahn.

In dieser Weise wird schon jetzt in Berlin und Hamburg verfahren. In beiden Städten ist — wenn auch in verschiedenen Formen — ein Gemeinschaftsverhältnis gebildet worden oder in der Bildung begriffen, bei dem die unzureichenden Einnahmen des Hoch- und Untergrundbahnbetriebes durch die Überschüsse der Straßenbahn ausgeglichen werden[8]). Das gleiche ist der Fall in Boston und Philadelphia.

Unwirtschaftliche Tarifpolitik der Schnellbahnen

Bei den Schnellbahnen pflegt, soweit sie bis in die Vororte hinausreichen, der mittlere Reiseweg länger zu sein als bei den übrigen städtischen Verkehrsmitteln. Vielfach nehmen die Tarife hierauf keine Rücksicht. Im Stadt- und Vorortverkehr der Reichsbahn in Berlin und Hamburg betrug 1926 die Reiselänge im Mittel 11,4 km, die durchschnittliche Einnahme für eine Fahrt 17,8 ₰, für einen Personenkilometer also 1,55 ₰. Im Fernverkehr betrugen die entsprechenden Zahlen 27,4 km, 86,5 ₰ und 3,15 ₰. Berücksichtigt man, daß der Personenverkehr der Reichsbahn an und für sich kaum als rentabel angesehen werden kann, so erkennt man aus obigen Zahlen leicht die Unzulänglichkeit der Stadt- und Vorortbahnfahrpreise in Berlin und Hamburg. Die unzulänglichen Einnahmen dieser Bahnen ergeben bei dem großen Umfang dieses Betriebszweiges einen bedeutenden jährlichen Betriebsverlust.

Wenn früher der preußische Staat in dieser Weise Geldopfer für die Entwicklung der Hauptstadt und für die Besiedlung der preußischen Nachbarorte Hamburgs gebracht hat, so war dies unter Berücksichtigung der Zeitverhältnisse vielleicht verständlich. Heute, wo gerade die größten Städte mit ihren niedrigen Geburtenziffern und ihren ungünstigen sozialen Verhältnissen sich als Menschenverzehrer erweisen, und wo die Reichsbahn-Gesellschaft preußische Sonderinteressen nicht mehr wahrnimmt und es auch ablehnt, den billigen Stadt- und Vorortverkehr in anderen Großstädten einzuführen, wo endlich die Reichsbahn an dauerndem Geldmangel leidet, haben sich die Grundlagen jener Tarifpolitik verschoben. Hinzu kommt, daß die Reichsbahn ihre Anlagen mit riesigen Kosten leistungsfähiger gestaltet, obwohl ihr die städtischen Verkehrsunternehmungen den Verkehrszuwachs trotz höherer Fahrpreise abnehmen, und, indem sie mit ihren Tarifen zurückbleibt, einen den betreffenden Stadtverwaltungen nicht erwünschten Wettbewerb aufnimmt und dabei den eigenen Betriebsverlust womöglich noch erhöht.

Diese Politik erscheint wirtschaftlich um so weniger verständlich, als die Reichsbahn im Rahmen der Dawes-

[8]) Vergl. W. Stein, „Verkehrstechnik" Bd. 6 (1925) S. 57

Belastung noch höhere Beförderungssteuern zahlen muß als die städtischen Bahnen. Wirtschaftlicher wäre es daher, bei den Stadt- und Vorortbahnen durch Erhöhung der Fahrpreise den Betriebsverlust zu vermindern auch auf die Gefahr hin, daß der weitere natürliche Verkehrszuwachs mehr zu den Straßenbahnen, Autobussen und städtischen Schnellbahnen übergeht. Es ist schwer zu verstehen, warum dies nicht geschieht.

Der Einheitsfahrpreis

Nicht nur Kommunalpolitiker, sondern auch Fachleute stehen vielfach auf dem Standpunkt, daß man den einzelnen Fahrgast in der Großstadt nicht dafür bestrafen könne, daß er Wohnung oder Geschäftsstätte weit außerhalb zu wählen gezwungen sei, und daß daher ein einheitlicher Fahrpreis für alle Entfernungen eintreten müsse. Der sogenannte Einheitspreis hat den Vorzug größter Einfachheit und erspart in manchen Fällen die Kosten einer unterschiedlichen Fahrscheinkontrolle. Bei langsamen Verkehrsmitteln zieht sich die Grenze für allzu lange Fahrten von selbst durch den übermäßigen Zeitaufwand. Bei Schnellbahnen wird der Fahrgast geneigt sein, längere Strecken zurückzulegen und seine Heimstätte in die ferneren Vororte zu verlegen.

Der Einheitspreis wirkt also um so mehr fahrtverlängernd, je schneller die Bahn fährt, und daher im allgemeinen fahrpreissteigernd, weil die Kosten mit der Fahrtlänge wachsen. Der Einheitstarif hat also — abgesehen von sonstigen Preissteigerungen — das Bestreben zu dauernder weiterer Erhöhung, und zwar je mehr der Verkehr auf die Schnellverkehrsmittel übergeht. Aus diesem Grunde enthält der Einheitsfahrpreis beträchtliche Gefahren für die künftige Entwicklung und kann daher nur für dicht besiedelte und festgeschlossene Stadtformen empfohlen werden, nicht aber für den Vorortverkehr. In solchen Wohngebieten, wie sie beispielsweise im Industriegebiet von Rheinland-Westfalen sich entwickelt haben, ist ein Einheitsfahrpreis undenkbar.

Der Vorortverkehr

Im weiteren Vorortverkehr der Großstädte treten die Straßenbahnen mehr und mehr zurück, es sei denn, daß man sie als Schnellstraßenbahnen auf eigenem Bahnkörper auszubilden vermag. Die Hauptmasse des Verkehrs wird von den Vorortstrecken der Hauptbahnen oder städtischen Schnellbahnen bewältigt. Autobuslinien können nicht selten den Bahnverkehr wirksam ergänzen und ihm einen fühlbaren Wettbewerb bereiten, auch wenn sie wesentlich höhere Fahrpreise haben als die Bahnen. Das Verhältnis des Autobus zur Straßenbahn gestaltet sich hier vielfach ähnlich wie zur Straßenbahn in der Stadt, und es werden häufig Einschränkungen nötig werden, um einen unwirtschaftlichen Wettbewerb zu vermeiden. Wo der Verkehr gering ist, kann es vorteilhaft sein, die Bahn durch den Autobus zu ersetzen.

Eine für die Personenbeförderung bestimmte Bahn, bei der nicht mindestens jede Viertelstunde ein Wagen in jeder Richtung verkehrt, wird den einzelnen Fahrgast nicht billiger befördern können als ein Autobus.

Ersetzt man indessen die schon vorhandene Bahn durch den Autobus, so entsteht die Frage, was mit dem Anlagekapital der Bahn geschieht. Wenn der Verlust nicht verschmerzt werden kann, muß er dem Autobusunternehmen belastet und von diesem weiter verzinst werden. Dann aber verkehrt sich der Vorteil des Autobusbetriebes — geringeres Anlagekapital — in sein Gegenteil und die Kosten sind größer als je zuvor. Dies führt dazu, vorhandene Bahnen, insbesondere auch ländliche Kleinbahnen, gegen den rahmabschöpfenden Wettbewerb zu schützen, auch wenn ein gewisser Verkehrsfortschritt dadurch gehemmt wird.

Ein reiches Land wird Unwirtschaftlichkeiten, die andernfalls entstehen, verschmerzen können; in unserem notleidenden Lande muß man vorsichtiger zu Werke gehen.

Wenn es sich um neue Verkehrsverbindungen handelt, insbesondere um neue Bahnen für den Personenverkehr, wird man sehr sorgfältig prüfen müssen, ob sich der Zweck nicht durch Autobusse oder Oberleitungswagen mit wesentlich geringeren Anlagekosten erreichen läßt. Eine neue Bahn erscheint — abgesehen von den Erfordernissen des Güterverkehrs — nur dann gerechtfertigt, wenn der Betrieb eine den heutigen Zinssätzen entsprechende Verzinsung des Anlagekapitals nebst genügenden Rücklagen erwarten läßt. Da die große Mehrzahl der vorhandenen Kleinbahnen ohnehin notleidend ist, so wird der Fall der Bauwürdigkeit neuer Kleinbahnen für Personenverkehr nicht allzu häufig sein und die gute Landstraße mit Autobusverkehr wird in solchen Fällen ihren Zweck noch manches Jahr erfüllen.

Kraftwagenverkehr und Eisenbahn

In Amerika hat der private Kraftwagenverkehr den vorhandenen Eisenbahnen schon jetzt bedeutenden Abbruch getan. Die Beförderungsleistungen der amerikanischen Eisenbahnen sind in den Jahren 1920 bis 1926 von 46,8 Milliarden Personenmeilen auf 35,4 Milliarden gesunken[9]). Einzelne Bahnen haben bis 50 vH ihrer Reisenden an die Kraftwagen verloren, obwohl die Bevölkerung zugenommen hat. Der Verlust war übrigens größer im menschenarmen Westen als im Osten, wo die Landstraßen oft schon überfüllt sind und man daher vielfach wieder zur Eisenbahn zurückkehrt[10]).

Ähnliche Erscheinungen werden sich auch in anderen Ländern mehr und mehr bemerkbar machen. Hiermit müssen wir auch in Deutschland rechnen, obwohl die Reichsbahn wegen ihrer Dawesverpflichtungen einen besonderen Schutz in Anspruch nimmt. Wirtschaftliche Gründe sind hierbei nicht immer ausschlaggebend; vielmehr überwiegen im privaten Kraftwagenverkehr häufig Gründe der Bequemlichkeit und des Luxus, die sich der Vorausberechnung entziehen.

Man muß aber berücksichtigen, daß der Kleinkraftwagen für vier Personen bei voller Besetzung den Wettbewerb mit der Eisenbahn auch hinsichtlich der Reisekosten ganz gut aufnehmen kann, während ein größerer Kraftwagen (Autobus) bei voller Besetzung vielfach zu niedrigeren Reisekosten als die Bahn befördert. Aber die volle Besetzung läßt sich nur erzielen, wenn der Betrieb die schon mehrfach erwähnte Eigenschaft des Rahmabschöpfens besitzt, d. h. wenn der Eisenbahn gerade so viel Fahrgäste entzogen werden, wie zur gleichmäßigen Füllung des Autobusses erforderlich sind, während der gesamte Verkehrsüberschuß und besonders der Spitzenverkehr nach wie vor auf die Bahn angewiesen sind.

Diese Art der Entziehung der Grundbelastung stellt eine außerordentliche Unbilligkeit gegenüber dem älteren mit gesetzlicher und moralischer Betriebsverpflichtung vorbelasteten Verkehrsmittel dar und ist der Gemeinwirtschaft recht abträglich, so daß im Interesse der Reichsbahn und auch der Privatbahnen gewisse Beschränkungen dieser Betriebsweise unentbehrlich sind. Vor allen Dingen sollten die Fahrpreise so geregelt werden, daß der Kraftwagen nur zu solchen Zwecken benutzt wird, die die Eisenbahn ihrer Natur nach nicht in gleicher Weise erfüllen kann; jedenfalls müssen sich die höheren Betriebskosten für den Platzkilometer in einem entsprechend erhöhten Fahrpreise auswirken. Maßnahmen dieser Art sind natürlich unpopulär und die gesetzgebenden Körperschaften gehen ihnen gern aus dem Wege; um so mehr muß die Fachwelt auf ihre Notwendigkeit hinweisen.

Eisenbahn und Luftfahrt

Etwas anders liegt es bei dem Wettbewerb zwischen Eisenbahn und Luftfahrt. Die Fahrpreise im Flugverkehr sind im allgemeinen etwas höher als der Fahrpreis der I. Klasse der Eisenbahn. Eine erhebliche Verkehrsentziehung ist daher noch nicht beobachtet worden[11]). Wie sehr der Flugverkehr noch hinter dem Eisenbahnverkehr zurücksteht, ergibt sich aus folgenden Zahlen:

[9]) Vergl. v. Völcker, „Die Reichsbahn" 25. Januar 1928 S. 109.

[10]) Vergl. Teubner, Verkehrstechn. Woche Bd. 21 (1927) S. 465.

[11]) Näheres hierüber vergl. Baumgarten, Der Personenverkehr der Deutschen Reichsbahn nach dem Geschäftsbericht des Jahres 1925 Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. Bd. 68 (1927) S. 1117.

Tägliche Leistung der Personenzüge der Reichsbahn 1926 . .	25 300 000	Wagenachskilometer
Tägliche Leistung der Lufthansa[12])		
im internationalen Verkehr	30 000	Flugzeugkilometer
im innerdeutschen Verkehr	21 000	„
zus.	51 000	Flugzeugkilometer

Man muß aber beachten, daß in Deutschland die Polsterklassen, insbesondre die 1. Wagenklasse, ohnehin recht schwach besetzt sind. 1926 kam nur ein zahlender Fahrgast 1. Klasse auf 2000 sonstige Fahrgäste. Die 1. Klasse ist nachgewiesenermaßen weitaus die unrentabelste Einrichtung im Personenverkehr. Auch eine geringe Verkehrsentziehung wirkt daher nachteiliger, als nach der Beziehung zum Gesamtverkehr zu erwarten ist. Der Luftverkehr deckt seine Unkosten aus den Betriebseinnahmen erst zu einem geringen Teil, angeblich nur zu etwa 20 vH; der Rest wird durch Zuschüsse aller Art aufgebracht. Dieses ungesunde Verhältnis läßt sich bis zu einem gewissen Grade durch den Wunsch rechtfertigen, die Entwicklung des Luftverkehrs im Gemeininteresse zu fördern. Der Luftverkehr wird sich aber nur dann auf die Dauer halten können, wenn sich das Verhältnis zwischen eigenen Einnahmen und Ausgaben mit der Zeit wesentlich bessert.

Die Bedeutung des Luftverkehrs

Wirtschaftlich wird der Luftverkehr vorläufig nur auf solchen Strecken sein können, bei denen auch die vorhandenen Verkehrsmittel sehr teuer oder sehr umständlich sind, besonders in unwegsamen Gegenden, z. B. in Asien und Südamerika. In Asien verkehrt ein Flugzeug auf der Strecke Kabul–Taschkent über den Hindukusch (5000 m Höhe) hinweg und legt die 1140 km lange Strecke in 7 bis 8 Flugstunden zurück. Die Kamelkarawane braucht in mühseliger Reise 25 bis 30 Tage[13]).

Auch die Seeschiffahrt wird sich mit der Luftfahrt abzufinden haben; die technische Entwicklung der Luftfahrt ist aber noch nicht so weit fortgeschritten, daß sich wirtschaftliche Grenzen für das Anwendungsgebiet der Luftfahrt im Überseeverkehr ziehen ließen. Die Luftfahrt hat aber von vornherein eine große Bedeutung für gemischte Land- und Seestrecken, wie z. B. bei der Fahrt vom Festland nach London. Bei derartigen Reisen fallen die mit dem Übergang von der Bahn zum Schiff und umgekehrt verbundenen Unbequemlichkeiten fort; die Reise wird daher nicht nur schneller, sondern unter Umständen sogar billiger.

Die weitere Entwicklung kann wohl nur darin bestehen, daß durch technische Fortschritte die Luftfahrt verbessert und ihre Betriebskosten ermäßigt werden, daß man aber anderseits die Zuschüsse einschränkt und den Fahrpreis für den Fahrgast entsprechend erhöht. Der Wettbewerb wird dann für die Bahn und die Schiffahrt eher erträglich sein.

Eisenbahn und Schiffahrt

Das Verhältnis zwischen Eisenbahn und Schiffahrt hat für den Personenverkehr nur stellenweise eine nennenswerte Bedeutung. Dieses Verhältnis hat sich seit längerer Zeit wenig geändert und beansprucht daher auch im Rahmen dieser Betrachtungen kein besonderes Interesse. Da die Bahn der Schiffahrt durch die höhere Geschwindigkeit im allgemeinen überlegen ist, so wird das Schiff — abgesehen vom Übersee- und Inselverkehr — der Bahn keinen zunehmenden Wettbewerb bereiten.

Der Eisenbahndamm zwischen Klanxbüll und der Insel Sylt[14]) möge ein Beispiel dafür sein, wie umgekehrt eine Bahnstrecke, die, wie hier, durch einen Dammbau den Schiffsverkehr ersetzt, außerordentliche Erleichterungen und einen großen Verkehrszuwachs zur Folge haben kann. [B 1507]

[12]) Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. Bd. 68 (1927) S. 678.

[13]) Vergl. VDI-Nachrichten, 29. Februar 1928 S. 1.

[14]) Z. Bd. 72 (1928) S. 48.

Neuzeitliche Eisenbahn-Betriebswerke

Wir werden darauf aufmerksam gemacht, daß das Bild des fahrbaren Kranbunkers mit fahrbarem Greiferdrehkran für zwei Abrüstgleise, das in dem obengenannten Aufsatz von Dr.-Ing. M. Osthoff in Nr. 12 dieses Jahrganges, S. 397, als Abb. 2 erschienen ist, nach einer von der Maschinenbau-A.-G. vorm. Beck & Henkel, Kassel, selbst hergestellten Aufnahme ohne Genehmigung dieser Firma veröffentlicht wurde.

Zur Vermeidung mißverständlicher Auslegungen des über diese Anlage auf S. 398 vom Verfasser Gesagten sei darauf hingewiesen, daß diese Anlage von der Firma Beck & Henkel entworfen und geliefert worden ist.

Auf S. 399 des gleichen Aufsatzes ist ferner ein Kranbunker in Halle-Nord erwähnt. Diesen Kranbunker haben die Ardelt-Werke, Eberswalde, erbaut. [N 1568]

Reibungsfeder für Güterwagen

Die Eisenbahngesellschaft Frost in Detroit, Mich., hat für Güterwagen von 50 bis 70 t eine neue Feder für die Zug- und Stoßvorrichtungen hergestellt, Abb. 1 und 2[1]). Das Neuartige ist die Vereinigung von Reibungs- und Schraubenfeder in einem System. Der Zweck ist, einerseits die bei der Entspannung der Federn auftretenden Schwingungen im Zug erheblich zu dämpfen und anderseits in bekannter Weise[2]) beim Zusammendrücken Arbeit durch Reibung zu vernichten, so daß die abgegebene Arbeit weit geringer als die aufgenommene ist. Baulich ist sie eine Vereinigung der sog. Harvey-Reibungsfeder und der bei den amerikanischen Bahnen gebräuchlichen einfachen Schraubenfeder, so daß beide Teile ohne weiteres für die neue Bauart verwendet werden können. Die Versuche mit der Frost-Reibungsfeder haben nach der Quelle gegenüber den Harvey- und den gebräuchlichen Federn bedeutend bessere Ergebnisse gezeitigt.

[1]) „Railway Age" Bd. 84 (1928) S. 640.

[2]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 890, 1135.

[M 1498] Ro.

Blasenbildung in Kabeln

Störungen an Hochspannungskabeln werden in erster Linie durch Gasblasen in der Isolierung hervorgerufen. Bei entsprechender Spannung wird die Isolation durch die Ionisation in den Gasblasen allmählich zerstört; man muß also bei der Kabelherstellung auf alle Fälle Blasenbildung vermeiden. Eddy hat die Abhängigkeit der Zähigkeit und Wärmeausdehnung verschiedener Tränkstoffe von der Temperatur untersucht, ebenso die Aufnahmefähigkeit der Tränköle für Luft, und festgestellt, daß ein normales Isolieröl bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur bis zu 10 vH Luft enthalten kann. Die Aufnahmefähigkeit für Luft sinkt im Verhältnis des Druckes, unter dem das Öl steht. Die Geschwindigkeit, mit der die Tränkstoffe abgekühlt werden, spielt eine große Rolle bei der Bildung von Blasen. („Electrical World" 7. April 1928 S. 701) [N 1605 e] Pa.

RZ 1498 Z 1

Abb. 1
Reibungsfedern für 70 t-Güterwagen

RZ 1498 Z 2

Abb. 2
Schnitt durch die Reibungsfeder

Rationalisierung der Anstrichfarbenherstellung

Von Dr.-Ing. P. Nettmann, Berlin-Charlottenburg

Mängel der heutigen Anstrichfarbenfabrikation. Beschreibung einer neuartigen Bandwalzenmühle. Fließfertigung in der Farbenherstellung. Reinigung, Verschleiß und Kraftbedarf der neuen Mühle. Gegenüberstellung der alten und der neuen Arbeitsweise.

Vielfach habe ich die Beobachtung gemacht, daß in der deutschen Anstrichfarbenindustrie oft noch der Grundsatz vorherrschend ist, nur wenige Sondererzeugnisse bei verhältnismäßig hohen Gewinnen mit möglichst geringem Aufwand herzustellen, wobei besonders auch das Bestreben besteht, Monopolstellungen zu erlangen. Durch dies Bestreben wird aber die ganze Fabrikationstätigkeit, die Förderung hoher Warengüte, zugunsten einer lebhaften Verkaufs- und Werbetätigkeit unberechtigt in den Hintergrund geschoben.

Hiermit komme ich auf die bisherigen Fabrikationsverfahren, und ich werde nachzuweisen versuchen, daß mit den höheren Anforderungen des Farbenverbrauchers und der infolgedessen nötigen Steigerung der Güte auch eine Verbesserung der Fabrikationsmittel und -wege zwangläufig verbunden sein muß, wenn wir nicht zu einer weiteren unzulässigen Steigerung der Verkaufspreise gelangen wollen. Betrachten wir uns heute einmal rückhaltlos die in der Anstrichfarbenindustrie üblichen bekannten maschinellen Anlagen, so werden wir gleich darauf stoßen, wie wenig sie als Ganzes entwickelt und die Vorteile der Fließarbeit praktisch durchgeführt sind. Wir finden heute wie vor vielen Jahren noch immer dieselben Einrichtungen und dieselbe Anzahl von Sondermaschinen.

In der Anstrichfarbenfabrikation verwendet man Knetmaschinen, Walzwerke, Mischmaschinen, Trichtermühlen, Abfüllapparate, Pumpen usw. Gewiß ist ohne weiteres zuzugeben, daß sich, vielleicht mit Ausnahme der Trichtermühlen, im Laufe der Jahrzehnte diese einzelnen Sondermaschinen zu größter Vollkommenheit entwickelt haben. An Stelle der längst veralteten einarmigen Knetwerke sind Knetmaschinen mit denkbar höchster Arbeitsleistung getreten. Die Walzwerke sind zu höchster Entwicklung gelangt. Das Rührwerk ist als Planetenrührwerk oder in gewissen andern Ausführungen vorzüglich durchgebildet usw. Aber zu einem durchschlagenden Gesamterfolg ist man doch noch nicht gekommen. Selbst bei geschicktester Fabrikationsanordnung wurde keine auch nur halbselbsttätige Fabrikation erreicht.

Die höchste Wirtschaftlichkeit einer Maschinenanlage wird aber dadurch erreicht, daß die Rohstoffe in ununterbrochenem Arbeitsgange verarbeitet werden. Wenn wir einsehen müssen, daß die zur Fabrikation notwendigen Einzelvorgänge jetzt an eine Anzahl verschiedener Sondermaschinen gebunden sind und daß diese Maschinen einzeln die Grenzen ihrer Entwicklungs- und Leistungsmöglichkeiten erreicht haben dürften, so kann man zu einer weiteren Förderung der Wirtschaftlichkeit nur durch das grundsätzliche Fabrikationsverfahren selbst kommen.

Die Hauptmängel der jetzigen Fabrikationsverfahren

In allen mir bekannt gewordenen Betrieben ist der Vorgang so, daß die Trockenfarbe mit der Hand durch Benutzung besonderer Gefäße, Kübel oder dergl. gleichzeitig mit einer gewissen Menge Öl oder andrer Bindemittel nach und nach in die Knet- oder Rührwerke aufgegeben wird. Die Masse wird nun bis zu einer gewissen Beschaffenheit gründlich vorgeknetet und für die Walzwerke vorbereitet. Wiederum unter Verwendung von Kübeln wird sie nunmehr dem Walzwerk zugeleitet. Selbsttätige Überleitung ist bei einigen Fabriken bereits eingeführt.

Es ist nun eine Frage der Kornfeinheit, die einmal vom Anfangsrohstoff abhängt und anderseits zur Befriedigung der letzten Feinheitsansprüche verlangt wird, wie oft sich der Walzvorgang wiederholen muß. Hiernach wird die Masse, die je nach ihrer Eigenart zwischen jedem Walzvorgange noch gewisse Bindezusätze erhalten oder andre Veränderungen erfahren muß, in ein weiteres Mischwerk geleitet, um dann nach einer gründlichen Durchsiebung zum Ausscheiden von Verunreinigungen und nicht vermahlenen groben Bestandteilen in die Versandbehälter: Fässer, Kannen oder dergl., abgefüllt zu werden.

Hier erscheint also eine Reihe getrennter Vorgänge unter ständigem Wandern der Masse von einer Maschine zur andern und unter Benutzung einer Anzahl von Behältern, die diesen steten Wechsel und Übergang vermitteln. Die augenscheinlichen Nachteile sind dabei:

a) die durch das Wandern der Masse unvermeidliche Beschmutzung der Fabrikationsräume mit dem entsprechenden Verlust an Masse;
b) die Beanspruchung einer ganzen Anzahl einzelner Maschinen und Gefäße bis zur endgültigen Fertigstellung der Farbe;
c) die ständigen Reinigungsarbeiten an den einzelnen Maschinen und Behältern vor jeder neuen Beanspruchung und der damit zusammenhängende Masseverlust;
d) die durch die zahlreichen Einrichtungen bedingte, im Verhältnis zu den Fabrikationsergebnissen große Anzahl von Arbeitshänden und die Vielheit der Wege nicht nur der Farbe, sondern auch der Arbeitskräfte;
e) die Gefahr einer ständigen Verstaubung, Verschmutzung und insbesondere der Verdunstung gewisser, je nach der Zusammensetzung verschiedener allgemein bekannter Bindungs-, Lösungs- und Verdünnungsmittel;
f) der ständige bei gewissen Zusammensetzungen besonders nachteilige Zutritt von Luftsauerstoff im offenen Arbeitsgange (Hautbildung bei der in Ruhe befindlichen Farbmasse);
g) die Ungleichmäßigkeit des Erzeugnisses je nach dem Stande der einzelnen beanspruchten Maschinen, insbesondere je nach der Güte, Benutzungsdauer und Einstellung der Walzenmaschinen.

Ist es nun möglich, diesen Mängeln durch Vereinigung einzelner Vorgänge zu begegnen?

Nach meiner langjährigen Beobachtung scheint besonders eine Maschine geeignet zu sein, alle diese Nachteile zu vermeiden. Sie wurde ursprünglich für andre Industrien entwickelt und erschien vor einiger Zeit erstmalig in der Anstrichfarbenindustrie. Diese Maschine hat keine geringere Aufgabe, als die Fabrikation größerer Farbenmengen vom ersten bis zum letzten Vorgang, also von der Aufnahme der Einzelbestandteile bis zum Abfüllen in einem ununterbrochenen Arbeitsgange selbsttätig auszuführen. Die Maschine wird von dem herstellenden Werk als Bandwalzenmühle bezeichnet. Die Konstruktion beruht auf einem vollkommen neuartigen Bewegungsgrundsatz.

Ihre hervortretende Eigenart besteht, Abb. 1 bis 5 und 6 bis 8, darin, daß die Mittelwalze, Abb. 7, die gleichzeitig die Drehbewegung überträgt, von sechs weiteren Walzen, Abb. 8, planetarisch umkreist wird. Sämtliche sieben Walzen sind an beiden Enden mit Zahnrädern versehen und in einen Zylindermantel eingeschlossen. Gleichzeitig fassen die Zahnräder der umlaufenden Körper an ihrem äußeren Umfang in Zahnkränze, die sich an den Enden des inneren Zylindermantels befinden. Hierdurch wird erreicht, daß sich die

Abb. 1 bis 5
Bandwalzenmühle.

a Mittelbandwalze
b Umlaufbandwalzen
c Mittelzahnrad (größer als Umlaufzahnräder
d Umlaufzahnräder
e Zahnkranzsegment zum Ein- und Ausführen der Walzen
f Innenzylinder (glatt verarbeitet)
g Außenzylinder
h Kühlwasserraum
i Öffnung für Trockenfarbenzulauf
k Verschlußschieber, vernickelt, dicht schließend
l Flüssigkeitszulauf
m Rührflügel
n Einlauftrichter mit Rührwerk für Trockenausgabe

umlaufenden Körper, während sie sich in entgegengesetzter Richtung um die Mittelwalze drehen, an dem inneren Zylindermantel abwälzen. Die Übertragung innerhalb der Zahnräder ist so eingerichtet, daß gegen die Mittelwalze auch gleichzeitig ein starkes Schleifen eintritt. Die Walzen sind bandartig geformt und schraubenförmig verdreht. Dadurch wird eine Schleuderbewegung in der Richtung der Längsachse erzielt. Die umlaufenden Walzen haben alle die Längswirkung nach einer Richtung gemeinsam, während die mittlere Bandwalze eine entgegengesetzte Längswirkung hat. Dadurch wird erreicht, daß die umlaufenden Walzen das Mahlgut während des Arbeitsganges ständig nach einer Richtung werfen, während die Mittelwalze die Masse wieder nach dem andern Ende der Maschine zurückführt. Die sehr breit und besonders widerstandfähig konstruierten Verzahnungen der Zahnkränze und der Zahnräder haben an der Vermahlung der Masse einen erheblichen Anteil. Gleichzeitig wird die Masse ständig zwischen den umlaufenden Walzen und der Mittelwalze sowie an den mittleren Berührungsstellen der Umlaufwalzen und an deren Abwälzstellen gegen den inneren Zylindermantel verfeinert und geschliffen.

Das Innenwerk besteht aus hochwertigem Sonderstahl, auch die äußeren Antriebzahnräder sind aus Stahlguß hergestellt. Die Maschine macht den Eindruck ungewöhnlicher Steifigkeit, so daß ich der Meinung bin, daß man ohne Gefahr bei leichteren Anordnungen mit geringerem Gewicht (die Maschine wiegt rd. 10 000 kg) auskommen würde.

Abb. 6
Bandwalzenmühle.

Abb. 7
Mittelwalze der Bandwalzenmühle.

Abb. 8
Umlaufwalze der Bandwalzenmühle.

Abb. 9
Fließfertigung in der Farbenherstellung.

Der Hauptgedanke, der dieser neuen Mühle zugrunde liegt, beruht auf einem möglichst selbsttätigen Ablauf der Fabrikation, vergl. Abb. 9. Die Maschine wird in der Weise (möglichst selbsttätig) beschickt, daß man zuerst eine gewisse Menge Öl oder andre Bindemittel, dem erforderlichen Zusatz zu einer nicht zu steifen Paste entsprechend, zulaufen läßt und die Maschine in Betrieb setzt. Sodann wird das Aufgaberührwerk in dem Beschicktrichter eingeschaltet und der Trockenfarbkörper zugelassen. Ebenso wie der getrennte Flüssigkeitszulauf ist auch der Zulauf der Trockenmasse regelbar; es empfiehlt sich wohl, zum Ausscheiden von Eisenteilen einen Magneten vorzuschalten. Das Gesamtfassungsvermögen der Maschine dürfte je nach der Schwere der Farbkörper 900 bis 1200 kg betragen.

Die Farbpaste wird ständig in der Maschine hin- und hergeschleudert und zwischen den Walzenbändern gefaßt und zerrieben. In sehr kurzer Zeit ist die Masse gründlich durchwirkt und geknetet. Man stelle sich nun vor, daß die so mit Farbpaste beschickte Maschine die Masse gleichzeitig und zwangmäßig an unzähligen Stellen zugleich erfaßt, und zwar einmal an sämtlichen Berührungsstellen der Außenwalzen mit der Mittelwalze, wo infolge der Verschiedenheit der Walzenzahnrad-Durchmesser und Voreilung starkes Schleifen eintritt. Dasselbe Schleifen tritt auch an den mittleren Berührungsstellen der umlaufenden Walzenkörper auf, während sich zu gleicher Zeit die Walzenbänder ständig gegen den geschliffenen Innenmantel des Zylinders abwälzen. Sehr förderlich erscheint mir auch die fortgesetzte Erfassung der Masse zwischen den an den Zylinderenden laufenden Zahnradplanetarien, die, wie mir der Erbauer auch bestätigte, nicht nur aus Gründen der Festigkeit, sondern auch zur Erhöhung der Mahlwirkung besonders breit und stark gehalten sind.

Es ist nun ganz abhängig von den gestellten Feinheitsforderungen für das Enderzeugnis, wie lange die Masse in der Maschine gelassen wird. Durch eine sinnreiche Vorrichtung ist es jederzeit ohne Arbeitsunterbrechung möglich, Proben zu entnehmen, um den Fortschritt des Feinheitsgrades durch Aufstriche oder nach sonst üblicher Praxis zu überwachen. Nach befriedigender Feststellung wird nunmehr die verdünnende Flüssigkeit durch den hierfür besonders vorgesehenen Einlauf eingelassen, ohne daß dazu die Maschine stillgelegt oder sonstwie in der Arbeitsweise verändert wird. Nach wenigen Augenblicken ist nun die Farbe sehr gründlich durchmischt und fertig zum Abfüllen. Abgefüllt wird durch Öffnen eines Auslaufdrehschiebers, der übrigens auch maschinentechnisch sehr bemerkenswert ist und eine kleine Glanzleistung für sich darstellt, weil er gleichzeitig als Sicherheitsventil die Überlastung der Maschine ausschließt. Der Auslauf endet in einem Rohr mit einem Normalgewinde, woran ein oder mehrere Abfüllschläuche angeschlossen werden können.

Nach meiner Beobachtung wird eine sogenannte mittlere Farbe, die man für Großanstriche, Rostschutz-, Grund- und auch normale Deckfarben für größere Flächen verwendet, einschließlich der Beschickungszeit in knapp 3 h befriedigend vermahlen und abfüllfertig vermischt sein. Die Abfüllung selbst nimmt nicht viel mehr als ¼ h in Anspruch.

Die Reinigung der Maschine ist recht einfach. Sie wird im Betriebe durch Binde- oder Lösemittel nach dem Ablassen der Farbmenge ausgespült. Infolge der starken Bewegung, die durch die Eigenart der Walzenform erzeugt wird, werden diese Bindemittel derartig durch alle Innenteile geschleudert, daß schon nach dem zweiten Nachspülen die verwendete Flüssigkeit kaum noch Farbkörper enthält. Natürlich wird man dieses zum Spülen gebrauchte Mittel für die Verwendung bei einem ähnlichen Farbsatze vollständig erhalten. Auch wird man, soweit es betriebstechnisch einzurichten ist, nicht gerade den plötzlichen Übergang von schwarz auf reinweiß in der Fabrikationsfolge vornehmen, sondern zuerst einen andern Farbsatz einschieben, bei dem etwaige letzte Farbreste nicht störend auftreten. Ich ließ mir jedoch auch den Fall eines plötzlichen Übergangs zu einem hochempfindlichen Farbton vorführen und konnte feststellen, daß durch eine sehr sinnreiche und geschickte Anordnung der Zylinderdeckel an der Auslaufseite trotz seiner Schwere mit wenig Kräften entfernt und die umlaufenden Walzenkörper herausgezogen und einzeln wie auch der Innenzylinder mit der Mittelwalze in kurzer Zeit gereinigt werden können, wozu von ungeübten Leuten etwa 2 h gebraucht wurden.

Da ein Nachstellen der eigenartigen Körper, die man Schleuderbandwalzen nennen könnte, nicht möglich ist, so ist die Frage des Verschleißes hier von größter Bedeutung. Man muß sich jedoch grundsätzlich vor einem Vergleich mit offenen Walzwerken hüten; denn dieses Walzenplanetarium bedingt seinem ganzen Wesen nach ein gewisses Mindestspiel; man könnte sagen, daß es sich hier mehr um die Wirkung einer auf Walzenteilflächen übertragenen Kugelmühle handelt, deren Punktwirkung in eine Linien- bzw. Flächenwirkung umgewandelt wird. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch in den Zahnradplanetarien ein hinreichendes Spiel durch anormale Fräsungen vorgesehen. Infolge der raschen planetarischen Herumführung der Umlaufwalzen um die Mittelwalze und ihrer äußeren Begrenzung durch den inneren Zylindermantel tritt je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit neben der gegeneinander auftretenden Schwergewichtswirkung auch eine Äußerung der Fliehkraft auf, die sich in der Berührung mit dem Innenzylinder und an den mittleren Berührungsflächen der Umlaufwalzen untereinander auswirkt wie bei der Kugelmühle. Sollten sich aber nun diese Walzen im Laufe der Zeit doch in einem solchen Maß abnützen, daß das Spiel innerhalb des Gesamtwerkes nachteilig wirkt, so wird es genügen, die Mittelwalze zu ersetzen, um das gewünschte Mindestspiel wieder zu erreichen.

Meine ersten Bedenken, daß sich in den Zwischenräumen der Walzenkörper selbst, also an den inneren Flächen der Walzenbänder Farbpaste festsetzen könne, die sich erst nach Zulassung der letzten Verdünnungsmittel wieder lösen und den gesamten Arbeitssatz mit unvermahlenen Teilen verunreinigen könne, haben sich zu meiner Befriedigung in keiner Weise bestätigt.

Der Kraftbedarf ist, wie zu erwarten, während der kurzen Beschickungszeit am höchsten. Nach meiner Beobachtung empfiehlt es sich überhaupt, eine solche Maschine möglichst unabhängig vom Gesamtbetrieb entweder unmittelbar von einem besonderen Motor oder von einem ausschaltbaren Vorgelege aus anzutreiben und einen hinreichenden Leistungsüberschuß vorzusehen, um vorübergehende stärkere Beanspruchungen bei dem kurzen Beschickungsvorgange störungslos zu beherrschen. Die von mir überwachten Arbeitzeiten und Leistungen sind folgende:

Anfang der Beschickung . .	10 bis 15 PS	rd. 10 min,
Beschickungszeit je nach Material . . .		40 bis 60 min,
Ende der Beschickung	25 bis 30 PS,	
durchschnittlicher Verbrauch während der Vermahlung der Paste je nach Konsistenz zwischen . .	16 bis 18 PS	etwa 1½ bis 3½ h,
vom Beginn der Verdünnung ab bis zur Entleerung	10 PS	rd. 20 min.

Die Maschine wird bei richtiger Aufstellung und Einrichtung der Beschickung von einem überliegenden Stockwerke aus leicht von einem Manne zu bedienen sein. Dieser wird während der Vermahlung der Paste hinreichend Zeit haben, die aus dem vorhergegangenen Satz gefüllten Behälter nach dem Fertiglager zu schaffen und die Zulaufbehälter mit den Stoffen für den nächsten Satz zu füllen Ich halte es für durchaus möglich, daß bei guter Einteilung ein Mann in der Lage ist, mehrere Maschinen ohne Überlastung zu bedienen.

Bisheriges Verfahren

Art der Maschinen	Maschinenbetriebzeit h	Arbeitsverbrauch PSh
1 großes Knetwerk	2	8
2 Dreiwalzenmühlen bei einer Leistungsannahme von je 50 kg/h und nur zweimaligem Walzen (was oft nicht genügen dürfte). Angenommene Menge der Paste für 1000 kg Fertigfarbe 700 kg. Je Maschine 14 Betriebsstund. =	28	140
1 großes Rührwerk	2	5
insges. 4 Maschinen	32	153

Die Ersparnisse an Arbeitskräften, Betriebs- und Kraftstunden versuche ich in einer hier folgenden Gegenüberstellung nachzuweisen, wobei eine Menge von 1000 kg Fertigfarbe einheitlich zugrundegelegt ist.

Erforderliche Arbeitskräfte 2 bis 3 Mann, wobei Sieben und Abfüllen der Fertigfarbe eingeschlossen sein sollen, also insgesamt 32 bis 40 Arbeiterstunden.

Erforderliche Arbeitsfläche ohne Abfüllraum rd. 80 m².

Neues Verfahren

1 Bandwalzenmühle mit insgesamt 3 bis 5 h, 60 bis 80 PSh Gesamtarbeitsverbrauch.

1 Mann mit höchstens 5 Arbeitstunden.

Erforderliche Arbeitsfläche rd. 16 m². (Die Maschine selbst besetzt eine Fläche von nur rd. 6 m²).

Selbst wenn man für die erste Aufstellung zugunsten hochmoderner Hochleistungswalzwerke eine erhebliche Stundenmehrleistung annimmt, bleibt der hier in die Augen springende Unterschied immer noch sehr bedeutend. Wir stehen zweifellos mit dieser Erscheinung vor einer entscheidenden neuen Entwicklung in der Anstrichfarbenindustrie. Es ist besonders zu begrüßen, daß diese Erfindung deutschen Geistes ist, und man sollte daher wünschen, daß ihre Auswirkungen auch an erster Stelle der deutschen Anstrichindustrie zugute kommen.

[B 1228]

Einführung der Elektrizität in Rußland[1]

Die Elektrizitätsversorgung Rußlands im großen hat mit der Genehmigung des Programms des Staatlichen Elektrifizierungs-Komitees Rußlands Ende 1921 begonnen. Die Staatsmittel hierfür betrugen in den Jahren 1921/22 8 Mill. R (rd. 17 Mill. ℳ) und stiegen von Jahr zu Jahr bis auf 140 Mill. R (300 Mill. ℳ) in den Jahren 1927/28. Vorgesehen war der Bau von 30 Überlandwerken für insgesamt 1 360 000 kW innerhalb 10 bis 15 Jahren.

Bis heute sind erbaut und in Betrieb: Überlandwerke für 850 000 kW mit neuer Ausrüstung, hiervon 210 000 kW in sieben Überlandwerken, die im Elektrifizierungsplan vorgesehen waren; für rd. 100 000 kW sind in alten Kraftwerken in Moskau, Leningrad und Baku neue Maschinen aufgestellt worden und für rd. 40 000 kW in neuen, im Elektrifizierungsplan nicht vorgesehenen Werken; von letzteren ist das größte das Wasserkraftwerk Zemo-Awtschaly[2]) (bei Tiflis) mit 15 000 kW; es entlastet nach und nach die alten Werke in Tiflis, die das wertvolle Naphtha als Brennstoff verwenden. Unter den erbauten und im Betriebe befindlichen Werken muß vor allem das Wasserkraftwerk Wolchow[3]) erwähnt werden, das seit einem Jahre Strom liefert. Die Selbstkosten der Energie des Wolchowwerkes an den Niederspannungsschienen des Hauptunterwerks in Leningrad betragen 3 K/kWh (6,5 ₰/kWh); hiervon werden 2 K (5 ₰) als Zinsen für das angelegte Kapital gerechnet und fließen der Staatskasse zu. Demgegenüber kostet die Erzeugung von 1 kWh in den vorhandenen Werken Leningrads 4,5 K (9,7 ₰). Mit dem Ausbau des Wolchow-Kraftwerks hat man den angestrebten Zweck erreicht, die vor dem Kriege verwendete teuere englische Kohle durch die billige Wasserkraft zu ersetzen.

Eine Reihe anderer, im verflossenen Jahrzehnt ausgebauter Kraftwerke, wie Schatura, Balachna, Kaschira und Schterowka, verfeuern minderwertige Brennstoffe. In Schatura und Balachna wird Torf verheizt, der sich im mittleren Rußland in ungeheuren Mengen findet. Es ist gelungen, mit Torffeuerungen gleiche Wirkungsgrade wie mit besten Steinkohlen zu erzielen. Schwierigkeiten bot nur die Aufgabe, den Torf billiger zu gewinnen[4]). Im letzten Arbeitsabschnitt ist es gelungen, durch Tankfräser den Torf in einzelnen Schichten abzunehmen und auf solche Weise ein Erzeugnis von 30 vH Feuchtigkeit am Sumpf zum Preise von 4 k/Pud (0,5 ₰/kg) zu gewinnen. Die andere Torfgewinnungsart durch Auswaschen der Torfmasse mittels eines kräftigen Wasserstrahles, das Hydrotorfverfahren[5]), dürfte für Torflager mit vielen Baumstümpfen in Verwendung bleiben. Die Lösung der Torfgewinnungsfrage ist für die Stromversorgung Nord- und Mittelrußlands von größter Wichtigkeit, da man bis jetzt auf Zuführung von Kohle und Naphtha aus weit entfernten Gebieten Rußlands angewiesen war.

Im Überlandkraftwerk Schatura wird geringwertige Kohle des Moskauer Bezirks ausgenutzt aus einem Lager von rd. 10 Milliarden t Mächtigkeit. Im Schterowka-Werk (Donezgebiet) wird Anthrazitkohlenstaub verheizt, der vor dem Krieg überhaupt keine Abnehmer fand und mit Aufwendung großer Kosten ausgeführt werden mußte, nur damit die Kohlenschächte von ihm befreit wurden. Die Anthrazitabfälle lassen sich leichter zu Kohlenstaub vermahlen als Stückkohle. Rd. 50 vH der Energie aller Überlandwerke werden aus Torf und einheimischen Kohlensorten erzeugt, während vor dem Krieg nur ein einziges Werk mit Torf geheizt wurde; rd. 25 vH der gesamten elektrischen Energie werden durch Wasserkraft erzeugt.

Die Übertragungsspannung beträgt auf mehreren Fernleitungen von über 100 km Länge 115 kV. In den neuesten Plänen für die Kraftübertragung von dem Kraftwerk am Flusse Swirj, der in den Onegasee mündet, nach Leningrad und vom Dnjepr in das Donezgebiet, werden 220 kV in Erwägung gezogen.

Von den Eisenbahnen wird bisher nur die Vorstadtbahn Baku – Sabuntschi elektrisch betrieben; im Bau befinden sich die elektrischen Einrichtungen für den Vorortverkehr in Moskau und Leningrad. Auch auf den Fernstrecken Moskau–Donezgebiet und Donezgebiet–Krivoj–Rog dürfte man demnächst mit den Arbeiten zur Einführung des elektrischen Bahnbetriebes beginnen.

Die elektrische Beleuchtung in Dörfern durch kleine Ortkraftwerke zeigte keine günstigen Ergebnisse; in der Stromerzeugung für die Landwirtschaft und die industriellen Unternehmungen zur Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse kann man zur Zeit nur die ersten Anfänge feststellen.

Einige Wasserkraftanlagen im Kaukasus und in Turkestan haben die doppelte Aufgabe, sowohl die trocknen Gegenden zu bewässern, als auch sie mit Strom zu beliefern.

Wien [N 1370] Dipl.-Ing. Adolf Brauner

[1]) A. A. Gorew, „Elektritschestwo" 1927 Heft 11.
[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 469.
[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 359 u. 365 und Bd. 71 (1927) S. 670.
[4]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 585.
[5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 601.

Berichtigung

Die Entwicklung des Berliner Verkehrs

In Z. Nr. 11 S. 357 l. Sp. muß die für 1927 auf den Kopf der Bevölkerung bezogene Zahl statt 39 Fahrten 32 heißen. [N 1596]

Anwendung der Ähnlichkeitstheorie auf Durchflußmessungen

Von Dr.-Ing. A. Grunwald und Dipl.-Ing. F. Engel, Berlin

Das Reynoldssche Ähnlichkeitsgesetz — Widerstandszahl und Durchflußzahl für gerades Kreisrohr — Entwicklung einer Durchflußzahl ω ohne Einlaufwert φ und ohne Beiwert zur Berücksichtigung der adiabatischen Zustandänderung A — Darstellung der Durchflußzahl für Meßrand und Düse über der Reynoldsschen Zahl — Weitere Einflußgrößen für die Ausflußzahl von Düsen und Ponceletöffnungen — Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung beim Venturirohr.

Das Reynoldssche Ähnlichkeitsgesetz[1]) setzt für die Vergleichbarkeit von Strömungsvorgängen die gleiche Reynoldssche Zahl und die geometrische Ähnlichkeit voraus. Für die Widerstandzahlen glatter gerader Kreisrohre, wie sie die Abbildung 1 für Wasser, Dampf und Luft nach den Forschungsarbeiten von Stanton und Pannell sowie Lander zeigt, ist das Reynoldssche Kriterium die notwendige aber auch hinreichende Bedingung. Führt man die relative Rauhigkeit[2]) ein, so umfaßt die Darstellung auch die etwas höher liegenden Werte rauher Rohre. Ob bei den Einschnürorganen noch weitere Kennzahlen erforderlich sind, soll an der Hand verschiedener Forschungsarbeiten untersucht werden. Voraussetzung für einen Vergleich sind ähnliche Lage der Druckentnahmestellen und ähnliche Form im Aufbau; das für die Herstellung praktischer Meßgeräte so wichtige Einschnürungsverhältnis wird als Parameter erscheinen. Weiter ist für jede Art von Einschnürorganen infolge der kennzeichnenden Strömungsvorgänge im Meßrand, in der Düse und im Venturirohr ein typischer Verlauf der über das Reynoldssche Kriterium aufgetragenen Durchflußzahlen zu erwarten.

Dabei soll als Durchflußzahl ein Wert verstanden werden, aus dem der Beiwert zur Berücksichtigung der adiabatischen Zustandänderung A und der Einlaufwert φ herausgenommen ist, weil ihre starke Veränderlichkeit mit dem Einschnürungs- und Druckverhältnis eine Verzerrung hervorruft, die die Veränderlichkeit der Durchflußzahl mit den Betriebsverhältnissen weniger klar erkennen läßt. Besonders trifft dies für den Einlaufwert zu, durch den die Durchflußzahlen des Meßrandes im turbulenten Gebiete Werte bis 1 und darüber hinaus erreichen können, also Werte, die schon im besonderen Bereich der beiden andern Einschnürungsorgane liegen. Außerdem bietet diese Darstellung den Vorteil, daß auch die Ergebnisse mit Ausflußdüsen und Ponceletöffnungen verglichen werden können. Man erhält nämlich ein Restglied, das den Strömungsvorgang kennzeichnet.

[1]) Über die Ähnlichkeitstheorie vergl. auch F. K. O. Odqvist „Das Ähnlichkeitsgesetz bei Dampfströmungen und dessen Anwendung auf die Theorie der Dampfmesser mit Drosselscheibe", Stockholm 1925; ein ausführliches Referat über diese Arbeit s. Teknisk Tidskrift Mekanik Bd. 57 (1927) S. 114.

[2]) Über den Einfluß der Rauhigkeit vergl. L. Hopf, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 3 (1922) S. 329.

Die folgenden Gleichungen, ausgehend vom geraden Kreisrohr, werden zeigen, was unter den einzelnen Beiwerten zu verstehen ist.

Löst man die allgemein für den Widerstand[3]) im Kreisrohr geltende Gleichung

$$\frac{h}{\gamma} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g}$$

nach der Geschwindigkeit w auf, so erhält man eine Beziehung

$$w = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{\frac{d}{l}} \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}},$$

in der $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ eine Durchflußzahl darstellt, ähnlich wie sie bei der Druckunterschiedmessung auftritt[4]). Ihr Verlauf läßt sich aus der Widerstandzahl, die eine eindeutige Funktion der Reynoldsschen Zahl ist, bestimmen. Nach den vorstehend genannten Arbeiten bestehen folgende Beziehungen:

für das laminare Gebiet

$$\lambda' = \sqrt{\frac{w\,d}{\nu}},$$

für das turbulente Gebiet

$$\lambda' = \frac{1}{\sqrt{a + b\left(\frac{w\,d}{\nu}\right)^{-n}}},$$

wonach die Durchflußzahlen im laminaren Gebiet mit steigenden Reynoldsschen Zahlen wachsen, während sie sich im turbulenten Gebiet asymptotisch einem gleichbleibenden Wert nähern. In einem Schaubild mit $\sqrt{\frac{w\,d}{\nu}}$ als Abszisse ergibt sich im laminaren Gebiet für die Abhängigkeit eine Gerade. Führt man weiter die sekundliche Durchflußmenge G g/s ein, so erhält man für die Reynoldssche Zahl den Wert $\frac{4}{\pi}\frac{G}{d\,\eta}$, worin η g/cm s die Zähigkeit bedeutet.

[3]) Vergl. M. Jakob und S. Erk, Forschungsarbeiten Heft 267 (1924).

[4]) Vergl. Alfred Grunwald und Fritz Engel, Wissensch. Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern Bd. 6 (1927) S. 125.

Abb. 1

Widerstandzahl $\frac{R}{\varrho\,w^2}$ in Abhängigkeit von $\frac{w\,d}{\nu}$ für laminare und turbulente Strömung.

In den Schaubildern ist die Abszisse nach dem einfacheren Wert $\sqrt{\frac{G}{d\,\eta}}$ eingeteilt. Abb. 2 zeigt den Beiwert eines Bleirohres, mit dem Reynolds die untere kritische Geschwindigkeit ermittelte. Die Kurve läßt die laminare und turbulente Strömung sowie das Übergangsgebiet, das etwa bei der Reynoldsschen Zahl 2000 liegt, deutlich erkennen.

Für die Einschnürorgane ist die Durchflußzahl ω entwickelt worden:

$$G = \omega\,\varphi\,A\,f_2\sqrt{2\,g\,h\,\gamma_1}$$

$$A = \sqrt{\frac{1-m^2}{1-m^2\,n^{\frac{2}{\varkappa}}}\,\frac{\varkappa}{\varkappa-1}\,\frac{n^{\frac{2}{\varkappa}}-n^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}}}{1-n}}\,,$$

worin

ω = Durchflußzahl

φ = Einlaufwert $= \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$

A = Beiwert zur Berücksichtigung der adiabatischen Zustandänderung

m = Öffnungsverhältnis $= \frac{f_2}{f_1}$

n = Verhältnis der Drücke $\frac{p_2}{p_1}$

k = Verhältnis der spezifischen Wärmen $= \frac{c_p}{c_v}$

für Flüssigkeiten $A = 1$.

Sie umfaßt alle den Strömungsvorgang bestimmenden Einflüsse und stellt außerdem den Wert dar, der durch Versuche ermittelt wird. Auf die Einführung der Einschnürung μ wird hier verzichtet, so daß nur geometrisch meßbare Größen in der Gleichung auftreten. Außerdem kann die Einschnürung μ nur aus der Durchflußzahl, für Flüssigkeiten unter Zuhilfenahme der Beziehung

$$\omega = \frac{\mu}{\sqrt{1-m^2\,\mu^2}}\sqrt{1-m^2}\,,$$

rückwärts errechnet werden, die nur gilt, wenn die Druckabnahme im engsten Querschnitt erfolgt. Da der engste Querschnitt mit den Betriebsverhältnissen wandert und die Strömungsverhältnisse hinter dem Einschnürorgan nicht völlig geklärt sind, erscheint es auch aus diesem Grunde vorteilhafter, die Einschnürung nicht in die Betrachtung einzuführen. Wo in den Forschungsarbeiten Werte vom Aufbau $\omega\,\varphi$ vorlagen, wurden diese umgerechnet. Der Beiwert zur Berücksichtigung der adiabatischen Zustandänderung A ist von den meisten Forschern getrennt behandelt worden.

Die nachstehenden Schaubilder tragen zur Klärung der Frage bei, ob die Reynoldssche Zahl die hinreichende Bedingung für einen ähnlich verlaufenden Strömungsvorgang in einem Einschnürorgan ist oder ob noch

Abb. 3
Durchflußzahlen von Meßrändern für Luft nach Brandis.

d_1 =	223	390,5	623,5	m =	0,312	0,311	—
m =	0,0506	0,0717	0,0924		△	▼	
	○	●	⊙	m =	0,516	0,524	—
m =	0,147	0,1303	0,16		□	■	
	×	*	+	m =	—	0,825	—

Abb. 2
Durchflußzahl für Bleirohre (umgerechnet nach Versuchsergebnissen von O. Reynolds).

andre Kennzahlen den funktionellen Zusammenhang zwischen den Durchflußzahlen ω und der Reynoldsschen Zahl $\frac{w\,d}{\nu}$ oder den davon etwas abweichenden Werten $\frac{G}{d\,\eta}$ bestimmen.

Meßrand und Ponceletöffnung. Aus der umfangreichen Arbeit von Brandis[5]), welche untersucht, wie die Durchflußzahlen von Meßrändern durch Störungen, Lage der Druckentnahmestellen, Ein- und Auslaufbedingungen und Krümmern beeinflußt werden, ist eine Versuchsreihe[6]) ausgewählt, die den Vergleich mit anderen Forschungsarbeiten erlaubt, obgleich die Ein- und die Auslaufstrecke etwas kurz sind. Die Versuche wurden mit abgeschrägten Meßrändern von 1 mm Dicke für Luft durchgeführt. Der Berechnungsgang für einen Versuch ist aus der Zahlentafel 1 ersichtlich.

Zahlentafel 1

Versuch Nr. 17. Rohrdurchmesser d = 390,5 mm, Einschnürungsverhältnis m = 0,0717.

Luftmenge m³/h	Geschwindigkeit w_2 m/s	$\sqrt{\frac{h}{\gamma}}$ mm W.-S.	$\frac{G}{d_2\,\eta}$ [7])	$\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}}$	$\omega\,A$
56,5	1,83	0,635	10 130	101	0,65
111	3,59	1,266	19 900	141	0,64
262	8,47	3,01	47 000	217	0,635
428	13,9	4,93	76 700	277	0,636
871	28,2	10,05	156 000	395	0,635

Für die Versuche wurden nach Aufzeichnungen von Brandis als mittlere Temperatur 15 °C und daher als Mittel η zu 0,000 182 g/cm s und γ = 0,001 23 g/cm³ angenommen.

Die Durchflußzahlen der drei von Brandis untersuchten Rohre von 223, 390,5 und 623,5 mm Durchmesser mit den Öffnungsverhältnissen von 0,05 bis 0,8 sind in gleicher Weise errechnet und in Abb. 3 dargestellt worden. Dabei liegen die Durchflußmengen in dem Bereich 10 bis 1000 m³/h, was den Werten $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}}$ von etwa 70 bis 400 entspricht.

Das Einschnürungsverhältnis erscheint als Parameter, jedoch wird bei den kleinen Einschnürungsverhältnissen die Durchflußzahl durch Veränderung von m wenig beeinflußt. Es zeigt sich eine kleine Veränderlichkeit mit dem Durchmesser. Aus den wenigen Versuchen mit verschiedenen Rohrdurchmessern, von denen die Ergebnisse mit dem 623,5 mm-Rohr von Brandis als weniger zuverlässig hingestellt werden, läßt sich kein

[5]) Vergl. J. Brandis, „Messungen von Gasmengen", Berlin 1913.
[6]) Vergl. J. Brandis, Tabelle 24, Versuch Nr. 13 bis 26, S. 78.
[7]) d_2 bedeutet in dieser Arbeit den Durchmesser der Meßrandöffnung, auf die die Reynoldsschen Zahlen oder die Werte $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}}$ bezogen sind.

Abb. 4
Ausflußzahlen von Poncelet-Öffnungen für Wasser und Kochsalzlösungen von 15 °C.

eutliches Abnehmen der Durchflußzahl mit wachsendem ohrdurchmesser, wie einige Forscher angeben, nach-eisen. Die Kurven fallen, soweit sie noch im Über-angsgebiet liegen, stärker ab, um dann im turbulenten ebiet nahezu unverändert zu bleiben. Über den wei-eren Verlauf bei sehr großen Reynoldsschen Zahlen agen die Versuche nichts. Es wurde der Koeffizient ωA ufgetragen. Der größte Druckunterschied der ausge-erteten Versuche beträgt nur etwa 10 mm W.-S., weshalb it hinreichender Genauigkeit $A = 1$ gesetzt werden ann.

J. L. Hodgson[8]) und W. N. Bond[9]) haben zum rstenmal, angeregt von Lord Raleigh, für Luft und in Wasser-Glyzerin-Gemisch die Veränderlichkeit der urchflußzahlen bei Meßrändern über einen großen Meß-ereich der Reynoldsschen Zahl untersucht. Die Kurven eben das laminare, das Übergangs- und das turbulente ebiet in anschaulicher Weise wieder. Im laminaren ebiet, Abb. 9, wächst die Durchflußzahl mit wachsen-en Reynoldsschen Zahlen nahezu linear von dem Wert 0 n, wobei das Öffnungsverhältnis ohne Einfluß ist. Die urchflußzahlen nähern sich im turbulenten Gebiet leichbleibenden Werten mit dem Öffnungsverhältnis als arameter, wobei dem größeren m die kleinere Durch-ußzahl zugeordnet ist, dagegen liegen im Übergangs-ebiet die Durchflußzahlen für die größeren Einschnü-ungsverhältnisse erheblich höher. Bei kleinen Öffnungs-erhältnissen tritt eine Störung der laminaren Strömung rüher auf, was sich darin zeigt, daß das Übergangs-ebiet zu niedrigeren Reynoldsschen Zahlen wandert. Für roße Öffnungsverhältnisse bleibt der laminare Zustand och bei größeren Reynoldsschen Zahlen bestehen, und ie Durchflußzahl nimmt sogar größere Werte als 1 an.

Im Zusammenhang mit dem Meßrand soll die Poncelet-ffnung betrachtet werden. Beide Meßorgane sind eometrisch ähnlich und unterscheiden sich strömungs-chnisch im wesentlichen dadurch, daß bei der Poncelet-ffnung durch den freien Auslauf neben der Reynolds-hen Zahl eine zweite Größe, nämlich die Oberflächen-annung, zu berücksichtigen ist.

Zum Vergleich sind die Untersuchungen von chneider[10]), die sich auf die Messung des umlaufen-n Kälteträgers erstrecken, in der oben geschilderten Art usgewertet worden. Das umfangreiche Zahlenmaterial

[8]) Vergl. J. L. Hodgson: „The Orifice as a Basis of Flow asurement“, London 1925.
[9]) Vergl. W. N. Bond: Proceedings Physical Society London, . 33 (1921) S. 225.
[10]) Vergl. A. Schneider, Forschungsarbeiten Heft 213 (1919).

Abb. 6
Düse der Versuche von Rateau, Form A.

Abb. 5
Durchflußzahlen der VDI-Normaldüse nach einer Darstellung von Davies und White.

Abb. 7
Ausflußzahlen für Wasser von 12 °C für Düsen in Abhängigkeit vom Druckunterschied.

Abb. 8
Ausflußzahlen für Wasser von 12 °C für Düsen in Abhängigkeit von $\sqrt{\frac{G}{d\,\eta}}$.

liefert eine eindeutige Kurve, Abb. 4, für die verschiedensten Öffnungen von 5 bis 50 mm Durchmesser für Wasser und Kochsalzlösungen verschiedener Konzentration und für Mengen von etwa 60 bis 18 000 kg/h. Bei kleinen Reynoldsschen Zahlen ergibt die Berechnung eine stärkere Streuung der Versuchspunkte, wobei die Temperatur als Parameter eingeht.

Zu beachten ist der ähnliche Verlauf der Kurven in Abb. 3, 4 und 9, die für die verschiedensten Betriebverhältnisse aufgestellt sind.

Durchfluß- und Ausflußdüsen. Die Durchfluß- und Ausflußzahl von Düsen ist eingehend von Jakob und Erk[11]) untersucht worden. Die Untersuchung erstreckte sich über Reynoldssche Zahlen von 70 000 bis 400 000, also über das turbulente Gebiet. Neuerdings führten Davies und White[12]) eine Versuchsreihe bei niedrigen Reynoldsschen Zahlen durch. In Abb. 5[13]), sind diese Versuche und die von Jakob und Erk nach einer Darstellung der beiden englischen Forscher wiedergegeben. Das Übergangsgebiet liegt bei $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}} = 200$, was einer Reynoldsschen Zahl von etwa 51 000 entspricht. Bei größeren Reynoldsschen Zahlen steigen die Durchflußzahlen etwas an.

Rateau, Leroux und Bourgeat[14]) untersuchten die Ausflußzahl zweier Düsen, Form A von 10 bis 80 mm Dmr., Abb. 6, und Form B von 20 bis 40 mm, die sich in

[11]) Vergl. M. Jakob und S. Erk: siehe [3]).
[12]) Vergl. Davies und White, „Engineering“ Bd. 124 (1927) S. 5.
[13]) Zu der Genauigkeit des Kurvenverlaufs siehe jedoch M. Jakob sowie S. S. Davies und C. M. White, „Engineering“ Bd. 124 (1927) S. 838. Vergl. M. Jakob und W. Fritz, Z. d. V. d. I. Bd. 72 (1928) S. 116.
[14]) Vergl. Rateau, Leroux und Bourgeat: „Comptes Rendus“ Bd. 183 (1926) S. 159.

Abb. 9
Schaubild zur Ermittlung von Durchflußzahlen bei den verschiedensten Betriebverhältnissen.

ihrer Form und Baulänge unterscheiden. Die Ausflußzahl ist in Abb. 7 für eine Düse der Form A, abhängig von der Wurzel aus dem Druckunterschied, aufgetragen. In Abb. 8 sind zum Vergleich mit andern Schaubildern wieder die Ausflußzahlen über $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}}$ aufgetragen. Aus dieser Darstellung ergibt sich, daß insbesondere für kleinere Durchmesser im Übergangsgebiet ein neuer Parameter auftritt. Einen Aufschluß über diesen Parameter ergibt eine weitere Versuchsreihe, in welcher der Einfluß der Zähigkeit nachgewiesen werden soll. Sie ergibt eine Kurvenschar mit der Temperatur als Parameter. Die Ausflußzahl wächst bei gleichbleibendem Wert für $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}}$ mit steigender Temperatur, was auch bei Ponceletöffnungen festgestellt ist. Bei kleineren Werten von $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}} = 220$ verursacht eine Temperaturerhöhung von 6 °C auf 14 °C eine Änderung der Ausflußzahl von 0,973 auf 0,985; von Abszissenwerten $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}} = 320$ ab ist der Temperatureinfluß unbedeutend. Aus diesen Ergebnissen ist eine weitere Abhängigkeit der Ausflußzahl vom Düsendurchmesser und der Temperatur festzustellen. Man kann deshalb auf eine neue Einflußgröße, nämlich die Oberflächenspannung, schließen. Für den freien Ausfluß ist zwar die Reynoldssche Zahl notwendig, aber nicht hinreichend, und man wird bei niedrigen Reynoldsschen Zahlen (Übergangsgebiet) noch einen dimensionslosen Parameter einführen, in dem wesentlich die Oberflächenspannung berücksichtigt wird.

Das Venturirohr. Für das Venturirohr lassen sich schon aus dem Kurvenverlauf der Durchflußzahlen für das Kreisrohr, den Meßrand und die Düse wichtige Schlüsse ziehen. Das gerade Kreisrohr hat nach Schiller die kritische Zahl 2300[15]). Die niedrigere kritische Zahl für den Meßrand, Abb. 9, d. h. die Reynoldssche Zahl, bei der die laminare Strömung umschlägt, erklärt sich aus dem stark gestörten Ein- und Auslauf. Bei Öffnungsverhältnissen von $m = 0{,}1$ erfolgt der Umschlag schon etwa bei $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}} = 20$, was einer Reynoldsschen Zahl von 51[illegible] entspricht; dagegen besteht die laminare Strömung mit wachsendem m noch für größere Werte der Reynoldsschen Zahl. Im Gegensatz zu dem Meßrand besteht bei der Düse und dem Venturirohr infolge der Konvergenz des Einlaufs der laminare Zustand bei größeren Reynoldsschen Zahlen. Die Normaldüse zeigt z. B. einen Umschlag der Strömung erst bei einer Reynoldsschen Zahl von etwa 51 000. Das Venturirohr ist der Düse ähnlich und zeichnet sich noch durch störungsfreien Auslauf aus; worauf die größere Durchflußzahl zurückzuführen ist.

Zusammenfassung

Die Darstellung der Durchflußzahl ohne Einlaufwert φ und ohne Beiwert zur Berücksichtigung der adiabatischen Zustandänderung [illegible] über der Reynoldsschen Zahl bietet Vorteile, wenn die Veränderlichkeit der Durchflußzahl [illegible] über einen größeren Meßbereich und für verschiedene Strömungsmittel zu untersuchen ist. Man erhält auf diese Weise kennzeichnende Beiwerte, die im turbulenten Gebiet für Meßrand und Ponceletöffnung sowie für Düse und Venturirohr in einem bestimmten Bereich liegen. Geometrische Ähnlichkeit der Meßanordnung vorausgesetzt, erscheint das Öffnungsverhältnis als Parameter. Es hat im turbulenten Gebiet erheblich geringeren Einfluß als im Übergangsgebiet, wo sich ein starker Höchstwert für große Einschnürungsverhältnisse ausbildet. Die kleineren Öffnungsverhältnisse der Meßränder zeigen eine geringere Veränderlichkeit der Durchflußzahl über einen größeren Meßbereich und sind daher in vielen Fällen vorzuziehen. Diese Forderung deckt sich mit andern Vorzügen der kleineren Öffnungsverhältnisse und schränkt die Anwendung kleiner Meßdrücke ein.

Das Schaubild, Abb. 9, gestattet für Wasser bei beliebigen Betriebverhältnissen eine einfache Ermittlung der Durchflußzahl. Allgemein wäre im ersten Quadranten die Zähigkeit des Mittels in Abhängigkeit von der Temperatur oder von Temperatur und Druck aufzutragen, während im zweiten und dritten Quadranten Kurvenscharen für die Durchmesser der Meßquerschnitte und für die Durchflußmengen enthalten sind.

Bei einem Vergleich der Einschnürorgane ergibt sich eine Verschiebung des Übergangsgebietes vom Meßrand über das gerade Kreisrohr zur Düse und zum Venturirohr etwa von $\sqrt{\frac{G}{d_2\,\eta}} = 20$ bis 200, was Reynoldsschen Zahlen von 510 bis 51 000 entspricht. [B 1099]

[15]) Bei Verwendung eines düsenartigen Einlaufstückes wurde von Schiller und auch von Ekman kritische Zahlen von 10 000 bis 50 0[illegible] festgestellt: L. Schiller, Physikalische Zeitschrift Bd. 26 (1925) S. 56[illegible] In der englischen Literatur wird der Wert 2000 angegeben; vergl. auch Abb. 2 dieser Arbeit.

Fortschritte im Bau elektrischer Maschinen

Von Prof. Dr. F. Niethammer, Prag

(Schluß von S. 208)

Gleichstrommaschinen und der Einfluß des Kommutators. Einankerumformer. Asynchronmaschinen. Kurzschlußankermotoren. Kommutatormaschinen für dreiphasige und einphasige Netze. Drehzahlreglung in Drehstromnetzen. Pufferung. Verbesserung des Leistungsfaktors. Periodenumformer.

Gleichstrommaschinen

Wenn auch im allgemeinen bei der Stromerzeugung und -verteilung der 50periodige Drehstrom die Oberhand gewinnt, so bleibt dem Gleichstrom doch noch ein weites und auserwähltes Betätigungsfeld; allerdings wird ein größerer Teil des Gleichstromes in Umformern oder Gleichrichtern aus Drehstrom umgeformt. Elektrolytische Vorgänge, auch die Stromspeicherung in Akkumulatoren, sind nur mit Gleichstrom möglich.

Einen Gleichstromerzeuger mit wagerechter Welle, Leistung 6375 kW, für das Innwerk Töging[22]) zeigt Abb. 57. BBC haben einen Gleichstromerzeuger mit senkrechter Welle für 4300 kW bei 500 Uml./min und 170 bis 350 V gebaut. Alle Straßen- und Stadtbahnen, viele Vollbahnen und manche Hebezeuge arbeiten am besten mit Gleichstrom. An Hauptschacht-Fördermaschinen findet man Gleichstrom-Fördermotoren in Leonard-schaltung bis rd. 2000 PS, für den Antrieb von durchlaufenden Walzenstraßen bis 2600 PS bei 275/320 Uml./min und für Umkehrwalzenstraßen umsteuerbare Gleichstrommotoren mit Spitzenleistungen bis 30 000 PS und Durchschnittsleistungen bis 10 000 PS, Abb. 58 und 59, wobei die zugehörige Steuerdynamo mit Leistungen bis 8000 kW bei 600 bis 1000 Uml./min für ± 600 bis 1500 V gebaut wird. Die SSW haben einen Doppelmotor für 32 400 kW, 105 Uml./min und 300 tm² Schwungmoment gebaut.

Auf amerikanischen Dieselschiffen sind große Gleichstromanlagen zum Schraubenantrieb eingebaut und Leistungen von 42 000 und 100 000 PS geplant. Raschlaufende Gleichstrommaschinen kommen zum Antrieb von Turbogebläsen und von Zweimaschinen-Umformern in Frage. Mit Wendepolen und Kompensationswicklungen (Querspulen) kann man den weitestgehenden Anforderungen an die Spannungsreglung bei Stromerzeugern und an die Drehzahlreglung bis 1 : 6 und 1 : 10 bei Motoren durch Feldschwächung entsprechen. Die Anschlüsse der Ankerspulen am Kommutator und zu den Ausgleichern werden neuerdings geschweißt statt gelötet.

[22]) Vergl. auch Z. Bd. 69 (1925) S. 1393 u. 1419.

Die durch Erwärmung und mechanische Festigkeit gezogene Grenze für die Leistung in kW läßt sich bei der Gleichstrommaschine darstellen durch den Ausdruck

$$N\,n = \frac{6\,B}{\pi^2\,\tau}\,\mathfrak{H}\,A\,l\,v^2\,10^{-3} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (7)^{22a)}$$

mit $\frac{B}{\tau} = 0{,}7$, $\mathfrak{H} = 7000$ bis $10\,000$, $A = 500$, $l = 1$ m und $v = 60$ bis 80 m/s könnte man

$$N\,n = 10 \cdot 10^6 \text{ bis } 12 \cdot 10^6$$

erreichen, wenn nicht der Kommutator vorher eine Grenze setzte.

Aus der Beziehung $E = \frac{e_d\,K}{2\,p}$, worin K die Lamellenzahl des Kommutators ist[23]), erhält man aus der mittleren Segmentspannung e_d am Kommutator als Grenze

$$N\,n = 3\,A\,e_d\,v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8).$$

Bei Maschinen ohne Querspulen soll die Segmentspannung 12 bis 20 V nicht überschreiten, damit kein Rundfeuer entsteht; bei Verwendung von Querspulen geht man bis auf 25 und 30 V und darüber. Damit wird

$$N\,n = 2 \cdot 10^6 \text{ bis } 4 \cdot 10^6$$

oder nur $^1/_{100}$ bis $^1/_{50}$ der Grenzwerte bei synchronen Turbo-Drehstromerzeugern. Für den Mittelwert $Nn = 3 \cdot 10^6$ gibt Zahlentafel 4 die größte Leistung N_{max} für verschiedene Drehzahlen an.

Zahlentafel 4

n . Uml./min	4000	3000	2000	1000	500	200	100
N_{max} . . kW	750	1000	1500	3000	6000	15 000	30 000

Ein weiterer Nachteil der Gleichstrommaschine, die beschränkte Höhe der Spannung E, liegt ebenfalls im Kommutator begründet. Die Spannung ergibt sich aus der Gleichung

$$E \leq \frac{v_k\,e_d}{2\,f\,\tau_k} \quad . \; . \quad (9),$$

worin

v_k die Kommutator-Umfangsgeschwindigkeit in m/s,

τ_k die Lamellenteilung in m und

f die Frequenz $\left(\frac{n\,p}{60}\right)$ ist.

[22a]) Für Gl. (13) in Heft 7 S. 204 lies (6a).

[23]) Ich behandle diese Frage seit vielen Jahren in meinen Vorlesungen; s. a Siemens-Zeitschrift Bd. 6 (1926) S. 538.

Abb. 57
Gleichstromerzeuger der SSW für das Innwerk Töging mit Wendepolen und Kompensationswicklung (Querspulen).
6375 kW bei 150 Uml./min, 425 V, am Anker $v = 32$ m/s, am Kommutator $v = 19$ m/s, $C = 5.1$.

Abb. 58 und 59
Gleichstrommotor der AEG für eine Umkehrwalzenstraße in der Ausführung für etwa 8000 PS und 100 Uml./min.

Abb. 60. Ringsdorff-Bürstenhalter für Kommutatoren.

E kann also um so größer sein, je kleiner man die Drehzahl n und die Polpaarzahl p macht. Für $v_k = 20$ bis 30, äußerst 40 bis 50 m/s, $e_d = 12$ bis 20 V, $\tau_k = 0{,}005$ und $p = 1$ ergeben sich Grenzwerte für E aus Zahlentafel 5.

Zahlentafel 5

f . . Hertz (Per./s)	50	25	10	5
n . . . . Uml./min	3000	1500	600	300
E V	1500	3000	7500	15 000

Bei zwei hintereinander geschalteten Kommutatoren kann die Spannung E die doppelten Werte erreichen.

Für die drahtlose Nachrichtentechnik werden Hochspannungs-Gleichstrommaschinen bis rd. 10 000 V gebaut, wobei man auch Ringanker und besondre Erregermaschinen verwendet. Thury hat vor vielen Jahren eine Innenpol-Gleichstrommaschine mit umlaufendem Feld und umlaufenden Bürsten für 25 000 V mit Löschkondensatoren zwischen den Segmenten gebaut.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten die nicht kratzenden elektrographitischen, radial aufgepreßten Bürsten, Abb. 60; die Glimmersegmente des Kommutators werden dabei zurückgesetzt oder ausgefräst. Mit ebenen Scheibenkommutatoren, bei denen das Abschleudern der Bürsten kaum vorkommen kann, haben die Skodawerke selbst bei Segmentspannungen von 50 V gute Erfahrungen gemacht.

Mit der einfachen Schleifenwicklung bei leicht verkürztem Schritt, der sogenannten Treppenwicklung, und mit vielen Ausgleichringen bewältigt man auch die schwierigsten Fälle im Bau der Gleichstrommaschinen. Man legt in jede Nut 4 bis 12 Spulenseiten. Bei hohen Spannungen kapselt man die Bürsten isoliert ein, oder man nimmt zwei getrennte Kommutatoren, von denen der eine nur Bürsten für positive, der andre nur für negative Spannung trägt. Die homopolare (unipolare) Gleichstrommaschine[24]) hat sich im Dauerbetrieb nicht bewähren können.

Für Vollbahnen baut man Gleichstrommotoren für Spannungen von 1500 bis 2000 V; für 3000 bis 4000 V schaltet man zwei Motoren in Reihe. Drehzahlreglung durch Abschalten von Feldspulen findet man häufig; Einbau von Kompensationswicklungen und Vorschaltung von Drosselspulen empfiehlt sich. Kühlung der Bahnmotoren durch besondere Bläser ist verbreitet. Den Schnitt durch einen Gleichstrom-Bahnmotor von BBC zeigt Abb. 61. Zur Steuerung haben sich die elektrisch betätigten Schützen oder Nockenschaltwalzen, Abb. 62, vielfach eingeführt.

Bemerkenswerte Gleichstromantriebe sind die der großen Papiermaschinen[24a]) mit bis zu zwölf gemeinsam mittels Druckknöpfen gesteuerten Gleichstrommotoren für zusammen 1000 PS und mehr mit Leonardschaltung und Leitmotor, ferner die umsteuerbaren Motoren schwerer Hobelmaschinen mit Feldschwächung beim Rücklauf und elektrischer Bremsung[24b]).

[24]) Z. Bd. 49 (1905) S. 824, Bd. 53 (1909) S. 1319; ETZ Bd. 26 (1905) S. 831.
[24a]) Stiel, Elektrische Papiermaschinenantriebe, Leipzig 1924.
[24b]) Z. Bd. 69 (1925) S. 274.

Abb. 61
Sechspoliger Bahnmotor von BBC für die Berner Oberlandbahn (1 m Spurweite). 144 PS einstündig, 690 Uml./min bei Gleichstrom von 700 bis 900 V; Selbstlüftung, Rollenlager.

Abb. 62
Elektrisch betätigter Druckluftantrieb einer Nockenschaltwalze von BBC.

Schaltwalze
c Druckluftzylinder
Zahnstangenantrieb
g Druckluftventile
f Federn
h Rastenscheibe
i, *k* Rastenhebel
m, *n* Hilfszylinder
o, *p* Steuerhebel
q, *r* Druckluftventile
s, *t* Elektromagnete zur Steuerung der Ventile

Einankerumformer

Die Grenze für die Leistung und Spannung der Einnkerumformer, deren Aufbau sich eng an den der Gleichtrommaschinen anschließt, ist in Gl. (8) und (9) festelegt. Aus Gl. (9) geht hervor, daß sich ein Einankermformer um so schwieriger bauen läßt, je höher die 'requenz ist. Lange Zeit ist man bei Einankerumformern icht über 25 Hertz gegangen oder hat bei höheren Frequenzen Kaskadenumformer zur Halbierung der Frequenz erwendet. Heute ist man in der Lage, Einankerumformer ei 50 und 60 Hertz für jede gewünschte Leistung zu auen. Abb. 63 zeigt einen Einankerumformer für 1650 V leichspannung und 750 kW der Maschinenfabrik Oerlion, die ähnliche Maschinen auch für 1750 V und 1200 kW, ufs Doppelte überlastbar, gebaut hat.

Die Empfindlichkeit der Einankerumformer gegen pannungschwankungen im Netz bekämpft man wirksam urch kräftige Käfigwicklungen in den Polschuhen und urch selbsttätiges Vorschalten eines Schutzwiderstandes ei Spannungsrückgang.

Mit der Amperestabzahl A je Zentimeter Umfang kann an bei Einankerumformern auf 600 bis 900 gehen oder as 1,5- bis 2fache der Werte für Gleichstrommaschinen, agegen soll die Feldstärke $\mathfrak{H}$ im Luftspalt nur 6000 bis 00 Kraftlinien auf 1 cm² betragen.

Die größte Leistung eines Einankerumformers beträgt 00 kW bei 580 V Gleichspannung und 60 Hertz; er dient in Amerika zur Stromlieferung für Zinkbäder; eine getrennt angetriebene Drehstrom-Zusatzmaschine liefert eine Zusatzspannung von ± 30 V. In Europa beträgt die größte Leistung zur Zeit 5000 kW, und zwar bei einer Maschine der SSW mit 14 Polpaaren für 520 V Gleichspannung, 50 Hertz und 214 Uml./min.

Der Ankerdurchmesser beträgt 3300 mm, seine Umfangsgeschwindigkeit $v = 37$ m/s, der Kommutatordurchmesser 2200 mm, seine Länge 2×500 mm und seine Umfangsgeschwindigkeit $v = 24{,}6$ m/s. Die Länge l des wirksamen Eisens beträgt 300 mm, die Unveränderliche C ist 7,1. Eine Maschine gleicher Leistung des Tecnomasio Italiano Brown Boveri zeigen Abb. 64 und 65. Der Kommutator ist axial in zwei Teile geteilt; die Verbindungsstücke dienen als Kühlflügel; außerdem sind Bläser eingebaut.

Für 5000 kW hat ferner die Maschinenfabrik Oerlikon einen Einankerumformer mit zehn Polpaaren für 2×250 V Gleichspannung gebaut, der zur Ammoniakerzeugung verwendet wird.

Beachtenswert ist ein Einankerumformer der Westinghouse Co. für 17 000 A, 2×125 V Gleichspannung bei 25 Hertz. Einen von der AEG für Japan gebauten sechsphasigen Einankerumformer für 4500 kW bei 500 V Gleichspannung zeigen Abb. 66 und 67.

Mit Rücksicht auf Belastungstöße und Kurzschlüsse auf der Gleichstromseite, bei denen der Ausgleich zwischen Drehstrom- und Gleichstrom-Rückwirkung aufhört und der Umformer vorübergehend zum reinen Gleichstromerzeuger wird, ist es notwendig, die von BBC zuerst angegebenen e i s e n a r m e n Wendepole einzubauen, die außer dem gewöhnlichen, großen Luftspalt noch einen zweiten Spalt am Joch haben, Abb. 67, so daß ihre Amperewindungszahl ungefähr so groß wird, wie bei einer Gleichstrommaschine (rd. 1,3 A_a, wenn A_a die Amperewindungszahl des Gleichstromankers ist).

Mit den Segmentspannungen muß man bis nahe an 20 V und mit der Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators auf 30 bis 40 m/s gehen, wobei man geeignete Kohlenbürsten und Bürstenhalter verwenden muß.

Bei Gleichstrom-Kurzschlüssen kann man mittels selbsttätiger Schnellschalter auf der Gleichstromseite Überschläge zwischen den Polen verhindern.

Es sei hier auch auf die Verwendung von Umformern auf Vollbahnlokomotiven hingewiesen, denen man über den Fahrdraht Wechselstrom mit der für die allgemeine Kraftübertragung üblichen Frequenz zuführt. In Umformern wird dieser Wechselstrom in Gleichstrom, manchmal auch in Drehstrom umgewandelt.

Abb. 63
Einankerumformer für 1650 V Gleichspannung und 750 kW von der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 64 und 65. Einanker-Umformer des Tecnomasio Italiano Brown Boveri für 5000 kW bei 500 V Gleichspannung, 50 Hertz, 300 Uml./min; 10 Polpaare.

Über die Quecksilberdampf-Gleichrichter, die in starkem Wettbewerb mit den umlaufenden Umformern stehen, wird in einem Aufsatz über die „Fortschritte im Bau elektrischer Apparate" berichtet werden.

Selbsttätige Umformerwerke

Viele Umformerwerke arbeiten selbsttätig, nachdem sie von einer Kontaktuhr oder durch Fernschaltung eingeschaltet sind. Damit die Umformer bei Rückstrom, also Antrieb von der Gleichstromseite, nicht durchgehen, läßt man sie bei einer einstellbaren Überdrehzahl mittels Fliehkraftschalters, z. B. nach Abb. 68 und 69, vom Netz trennen.

Den Ankerwellen gibt man etwas axiales Spiel, damit die Bürsten sich nicht in den Kommutator einfressen.

Asynchronmaschinen

Da der Einzelantrieb sich immer mehr durchsetzt, werden große Asynchronmotoren nur selten gebraucht. Für durchlaufende Walzenstraßen findet man allerdings Asynchronmotoren bis etwa 8000 PS bei Drehzahlen von 100 bis 500 Uml./min und 13 200 V, in Zweimaschinen-Umformern laufen Asynchronmaschinen für 50 000 kVA und für amerikanische Schiffsantriebe gibt es Asynchronmotoren mit Schleifring- oder Siebanker für mehr als 20 000 PS Einzelleistung und rd. 100 Uml./min; den Blechschnitt hierfür zeigt Abb. 70. Der Siebanker hat zwei radial in einanderliegende Nutkränze und heißt deshalb auch Doppelnutanker.

Abb. 66 und 67
Sechsphasiger Einankerumformer der AEG für 4500/3870 kW bei 500/430 V Gleichspannung, 60 Hertz und 300 Uml./min; 12 Polpaare.

a Bürstenjoch *b* Sammelringe *c* Bronzebügel *d* Bürsten-Verschiebung *e* Ausgleichverbinder
f Druckringe *g* unmagnetisches Zwischenstück *h* Hauptfeldspule *i* Hilfsfeldspule *k* kühlende Wicklung
l Druckflansche *m* Bürstenständer *n* Schleifring

Abb. 68 und 69
Fliehkraftschalter von Westinghouse.

a Welle, *b* Auslösehebel, *c* Auslösefeder, *d* Einstellschraube, *e* Schaltarm, *f* Schalter

Abb. 71
Fliehkraftanlasser von BBC.

a Nabe, *b* Widerstand, *c* Fliehkraftstück, *d* feste Kontakte, *e* Federhebel, *f* bewegl. Kontaktplatte, *g* Feder, *h, i, k* Federnachspannung, *l, m* einstellbare Befestigung der Platte *f*, *n, o* Gewichtshebel, *p* Schutzwand

Die Asynchronmaschine eignet sich vorzüglich für hohe Drehzahlen; in Gl. (1) für die Grenzleistungen, die auch für die Asynchronmaschine sinngemäß gilt, könnte man $\mathfrak{H} = 8000$, $A = 500$, $l = 2$ m und $v = 60$ bis 80 m/s setzen, womit

$$N_s n = \frac{6k}{\pi^2} \mathfrak{H} A l v^2 10^{-3} = 20 \cdot 10^6 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

wird, ein Wert, der die praktischen Bedürfnisse vorläufig meist noch übersteigt.

Gute Kühlung mittels eingebauter Bläser ermöglicht, die Abmessungen der Asynchronmotoren immer weiter zu verkleinern. Neuerdings läßt man oft im Innern des Motors alle Kühlkanäle weg und bläst kräftige Luftströme nur über die Wickelköpfe. Gekapselte Motoren erhalten Mantelkühlung mit zwei Bläsern, einen für die Innenluft, einen zweiten für die Außenluft. Schleifenwicklung mit auf etwa 80 vH verkürztem Schritt ermöglicht wegen der wesentlichen Verringerung der Oberwellen bedeutende Leistungssteigerungen und nennenswerte Ersparnis an Kupfer. Die ganz offenen Nuten, in die man die getränkten Spulen von oben einlegt, schließt man meist mit magnetischen Keilen ab, vergl. Abb. 52 S. 207. Bei Drehstrom-Wellenwicklungen entfallen alle Verbindungen von Pol zu Pol, was für den Bau der Läufer von Wichtigkeit ist.

In Amerika wird der Kurzschlußankermotor selbst für Leistungen über 100 PS viel allgemeiner verwendet als in Europa, wo man sich aber in letzter Zeit ebenfalls um seine Verwendung sehr bemüht. Allerdings sucht man mit allerlei Hilfsmitteln, wie Siebanker und umschaltbaren Wicklungen, die aber die Einfachheit des Käfigankermotors größtenteils wieder beseitigen, den Anlaufstromstoß zu mildern[25]). Meist genügt für den einfachen Kurzschlußmotor mit geschweißtem Käfig ein Stern-Dreieck-Anlasser, in schwierigen Fällen eine Fliehkraftkupplung, die beim Einschalten nur einen unschädlichen Stromstoß verursacht. Besonders vorteilhaft ist die Albo-Kupplung der Maschinenfabrik Eßlingen. Unter anderm bauen die Maschinenfabrik Oerlikon und BBC schleifringlose Motoren mit Fliehkraftanlasser im Läufer, Abb. 71.

[25]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 173.

Drehzahlen über 3000 Uml./min, die mit 50 Hertz unmittelbar nicht zu erzielen sind, braucht man z. B. beim Einzelantrieb von Holzbearbeitungsmaschinen und Flügelspinnmaschinen. In solchen Fällen schafft man sich mittels raschlaufender Stromerzeuger oder mittels Frequenzumformer ein zweites Netz mit höherer Frequenz, oder man verwendet übersynchronlaufende Kommutatormotoren oder einen Doppelmotor, wie z. B. den Himmelwerk-Motor, Abb. 72. Dieser besteht aus zwei konzentrisch ineinander gebauten Motoren; der Läufer des ersten Motors trägt innen den Ständer des zweiten Motors, dessen Läufer relativ zu seinem schon mit rd. 3000 Uml./min laufenden Ständer ebenfalls mit rd. 3000 Uml./min, also absolut mit rd. 6000 Uml./min läuft.

Beachtenswerte Asynchronmotoren sind auch die SSW-Tauchmotoren für 13 kW, Abb. 73, die samt der unmittelbar gekuppelten Kreiselpumpe in Bohrlöcher von 190 mm Dmr. eingesenkt werden können.

Den einphasigen Asynchronmotor kann man im Verhalten dem Mehrphasenmotor nahebringen, indem man seinen Ständer zweiphasig wickelt und vor die eine Phase einen Kondensator legt, oder indem man, wie z. B. Krupp, einen Zwischenläufer zwischen den Einphasenständer und den Dreiphasenläufer einbaut[26]); die Käfigwicklung des Zwischenläufers wandelt das Einphasenfeld durch Wegdämpfen des gegenläufigen Drehfeldes in ein richtiges Drehfeld um und bringt mittels der Gleichstromerregung im Zwischenläufer den Leistungsfaktor $\cos\varphi$ auf 1.

Abb. 70
Blechschnitte der axial gekühlten Westinghouse-Asynchronmotoren mit 20 000 PS und 100 Uml./min für das amerikanische Schlachtschiff „Tennessee“.

Abb. 72
Doppelmotor des Himmelwerkes, A.-G., Tübingen, für 6000 Uml./min bei Drehstrom mit 50 Hertz. Zwei Kurzschlußanker.

[26]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1259.

RZ564Z73

Abb. 73
SSW-Tauchmotor, Längsschnitt.

Kommutatormaschinen

Der Kommutator der Drehstrom-Kommutatormaschine wirkt als Frequenzwandler und dient zur Umwandlung der Netzströme mit der Frequenz f in zerhackte Ströme von der Schlüpfungsfrequenz f_s, so daß es möglich ist, der Sekundärwicklung vom Netz aus Spannungen beliebiger Größe und Frequenz aufzudrücken; dadurch kann man sowohl die Drehzahl wie die Blindleistung oder den Leistungsfaktor in weiten Grenzen ändern. Dazu kommt noch der Vorteil, daß die Drehzahl sowohl beim Reihenschlußmotor als auch beim Nebenschlußmotor, Bauart Schrage[27]), Abb. 74, ausschließlich durch Bürstenverstellung geregelt wird, wobei allerdings die Verwendung verschiebbarer Wendepole angezeigt erscheint. Mit Rücksicht auf den hohen Preis der Kommutatoren und vor allem wegen der Empfindlicheit des Kommutators und der vielen Bürsten, die man in 6-, 9- und 12phasiger Schaltung verwendet, bleibt die Drehstrom-Kommutatormaschine auf besondere Fälle, auf mäßige Leistungen und Drehzahlen beschränkt; auch der Bereich der Drehzahländerung geht in der Regel kaum über 1 : 3 hinaus. Die größte Verbreitung findet die Kommutatormaschine als Hintermaschine in Regelsätzen, wo sie mit niedriger Schlüpfungsfrequenz gespeist wird. Die Ursache zu diesen Beschränkungen liegt in der elektromotorischen Kraft (EMK) e_i, die durch das Drehfeld Φ in den durch die Bürsten kurzgeschlossenen Spulen induziert wird:

$$e_i = \frac{\pi}{\sqrt{2}} f_s Z_k \Phi \frac{p}{a} 10^{-8} \quad (11);$$

darin ist

- f_s die Schlüpfungsfrequenz in Hertz,
- Z_k die Leiterzahl der kurzgeschlossenen Spule, meist $= 2$,
- p die Polpaarzahl,
- a die Zahl der Ankerzweigpaare,
- Φ der Magnetfluß;
- e_i soll möglichst nicht mehr als 2 bis 5 V betragen.

Für eine Drehzahlregelung von 1 : 3, z. B. für $n = 400$ bis 1200 Uml./min, macht man die Schlüpfung untersynchron ($f_s = 0{,}6\,f$) und übersynchron ($f_s = -0{,}2\,f$), wenn die synchrone Drehzahl $n_0 = 1000$ Uml./min ist.

Die Leistungsbegrenzung durch den Kommutator, bezogen auf die synchrone Drehzahl n_0, ersieht man aus dem Gl. (8) nachgebildeten Ausdruck

$$N_s\, n_0 = 3\, A\, e_i\, v\, \frac{f}{f_s} \quad . \quad . \quad (12).$$

[27]) ETZ Bd. 35 (1914) S. 89.

Netz
v
u
x
y
z
w
f
b
b
f
f
b
RZ564Z74

Abb. 74
Schaltung des Nebenschluß-Kommutators, Bauart Schrage

b, b, b bewegliche Bürsten
f, f, f feste Bürsten
u, v, w Anfänge der Ständerwicklung
x, y, z deren Enden

Will man den Anlauf ($f_s = f$) einbeziehen, so folgt aus Gl. (12) mit $A = 500$, $v = 80$ m/s, $e_i = 5$ V

$$N_s\, n_0 = 600\,000,$$

ein Wert, der noch viel kleiner ist, als bei Gleichstrommaschinen; danach kann man 1000 kVA nur bei 600 Uml./min erreichen. Außerdem ist die Kommutatorspannung E_b auf sehr niedrige Werte beschränkt, meist auf 50 bis 200 V, wie sich aus der Beziehung für die radiale Kommutatorspannung ähnlich Gl. (9)

$$E_b = \frac{e_i\, v_k}{2\,\pi\, f\, \tau_k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)^{28)}$$

ergibt; mit $e_i = 5$ V, $v_k = 40$ m/s, $f = 50$ Hertz und $\tau_k = 0{,}004$ z. B. wird $E_b = 160$ V.

Beim Einphasen-Kommutatormotor, der hauptsächlich als Vollbahnmotor für 16⅔ und 25 Hertz gebaut wird, liegen die Verhältnisse ähnlich. Die EMK, die in den durch die Bürsten geschlossenen Spulen induziert wird, ergibt sich aus Gl. (11), indem man statt der Schlüpfungsfrequenz die Netzfrequenz einsetzt. Da e_i nur 2 bis 4 V betragen soll, muß man niedrige Frequenzen verwenden, obwohl sich dadurch eine erhebliche Steigerung von Preis und Gewicht der Maschinen und Umspanner ergibt. Die Grenzleistung folgt aus Gl. (12), indem man n statt n_0 und $2\frac{f_r}{f}$ statt $\frac{3f}{f_s}$ setzt, wobei die Läuferfrequenz $f_r = \frac{n\,p}{60}$ ist.

Mit $\frac{f_r}{f}$ geht man auf 2 bis 5, so daß man mit $A = 500$, $v = 60$ m/s und $e_i = 4$ V auf

$$N_s\, n = 700\,000$$

kommt. Zahlentafel 6 gibt die Werte der Grenzleistung N_s für verschiedene Drehzahlen an:

Zahlentafel 6

n . . . . Uml./min	2400	1400	700	240
N_s . . . . . kVA	300	500	1000	3000

Einen der größten bisher gebauten Einphasen-Kommutatoren der Bergmannwerke, Berlin, zeigt Abb. 75; er leistet einstündig 3400 PS. Im Ständer liegt nur eine einzige Wicklung, deren Wirkung durch geeignete Bürstenstellung in Erregung und Ankerkompensation zerlegt wird.

Die größte zulässige Spannung am Kommutator, die nahezu mit der Klemmenspannung übereinstimmt, ist

$$E = \frac{e_i\, v_k}{\pi\, f\, \tau_k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14);$$

mit $e_i = 4$ V $v_k = 30$ m/s, $f = 16⅔$ Hertz und $\tau_k = 0{,}005$ wird $E = 460$ V.

Drehzahlregelung

Die Regelung der Drehzahl mehrphasiger Induktionsmotoren mittels Polumschaltung oder asynchroner Kaskadenschaltung hat man, abgesehen von Drehstromlokomotiven, wegen des schlechten Leistungsfaktors fast allgemein zugunsten der Regelsätze mit Gleichstrom- oder Drehstrom-Kommutatorhintermaschine (Krämer-Satz oder Scherbius-Satz), Abb. 76 u. 77, verlassen. Diese Regelung, die nicht sprungweise vor sich geht, kann als Doppelzonen-

[28]) Für Gl. (13) in Heft 7 S. 204 lies (6a).

Abb. 75
Einphasen-Kommutatormotor der Bergmannwerke für Bahnbetrieb. 3400 PS Stundenleistung, normal 250, höchstens 380 Uml./min bei 16⅔ Hertz, 290 V; größte Umfangsgeschwindigkeit des Läufers $v = 52$ m/s, des Kommutators $v_k = 42$ m/s, $C = 4{,}0$.

reglung unter- und übersynchron sein, ermöglicht einen Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ oder Voreilung und verursacht keine wesentlichen Verluste in Widerständen. In amerikanischen Walzenstraßen sind zahlreiche derartige Regelsätze mit Einzelleistungen bis 8000 PS, in Zweimaschinen-Umformern bis 50 000 kVA im Betrieb.

Pufferung

In der Schaltung nach Abb. 76 und 77 werden die Regelsätze zur Pufferung von Drehstromnetzen mit stark schwankender Belastung benutzt, wobei zum Ausgleich der Belastungsstöße ein Schwungrad unmittelbar mit der Asynchronmaschine gekuppelt wird. Westinghouse führt die Pufferung auf dem Wege der Umformung des Drehstromes in Gleichstrom aus; das gleiche Verfahren wendet die Allmänna Svenska Elektriska A.-B. (ASEA) an, wie das Schaltbild Abb. 78 zeigt.

Verbesserung des Leistungsfaktors

Da mit abnehmendem Leistungsfaktor die Anlage- und Kapitalkosten der Elektrizitätswerke ganz wesentlich steigen, ist man bestrebt, nach Möglichkeit kompensierte Drehstrommotoren aufzustellen. In Amerika dienen zur Verbesserung des Leistungsfaktors (Phasenkompensation) vielfach statische Kondensatoren in Sätzen bis zu 1000 kVA Blindleistung in jedem Kondensator. Die

Abb. 76
Asynchronmotor mit Gleichstrom-Regelsatz der SSW.

a Asynchronmotor mit Schwungrad
b Gleichstrom-Hintermaschine
c Einankerumformer
d Gleichstrom-Erregermaschine
e Drehstrom-Antriebmotor für *d*

Abb. 77
Asynchronmaschine mit Drehstrom-Kommutatormaschine als Hintermaschine (SSW).

a Drehstrom 3000 V, 50 Hertz
b Spannungsauslösung
c Relais
d Stern-Dreieck-Schalter
e Erregerumformer
f Eilregler
g Asynchronmotor
h Schwungrad
i Hintermaschine

Abb. 78
Pufferung mittels Drehstrom-Gleichstrom-Umformer (ASEA).

a Kraftwerk mit gleichbleibender Belastung
b 3000 V-Netz mit veränderlicher Belastung
c Fliehkraftschalter *d* Selbstregler *e* Schwungrad

Abb. 79
Leeranlaufender Synchronmotor der Westinghouse Co. mit eingebauter Magnetkupplung.

Kondensatoren lassen sich unmittelbar an die Motoren anbauen; auch Kabel können als Ausgleichkondensatoren benutzt werden.

Der S y n c h r o n m o t o r, dessen Leistungsfaktor sich mittels der Erregung beliebig einstellen läßt, verdient auch in der Form des synchronisierten Asynchronmotors weiteste Verbreitung. In Amerika sind Synchronmotoren in Größen bis 50 000 kVA in Zweimaschinen-Umformern und bis 40 000 kVA Blindleistung zum Phasenausgleich im Betrieb; bei Walzenstraßen findet man sie mit Leistungen bis 9000 PS bei rd. 150 Uml./min, auf Schiffen zum Schraubenantrieb mit mehr als 20 000 PS, für Turbogebläse mit 2700 PS bei 1800 Uml./min.

Zum Anlauf baut Westinghouse eine elektromagnetische Kupplung in den Synchronmotor ein, dessen Läufer auf Kugellagern leer anläuft, Abb. 79; bei der GEC[29]) ist der Ständer auf Kugellagern drehbar, läuft zunächst an und wird dann abgebremst, worauf der Läufer auf seine Betriebsdrehzahl kommt. Ein amerikanischer Synchronmotor für 5000/2500 PS, 600/300 Uml./min ist sogar mit Umschaltung der Polpaare von 12 auf 24 ausgerüstet.

Durch Anbau einer fremd erregten Drehstrom-Erregermaschine mit Kommutator, Abb. 80, also eines Phasenschiebers, kann man Asynchronmaschinen zu Blindleistungsmaschinen kompensieren, und zwar bisher mit 10 000 kVA Leistung in Deutschland; in Amerika ist eine derartige Maschine bis 40 000 kVA gebaut worden. Baut man die Drehstrom-Erregermaschine in den Asynchronmotor hinein, so erhält man einen k o m p e n s i e r t e n M o t o r[30]).

Periodenumformer

In Amerika findet man zwei Periodenzahlen, 60 und 25 Hertz, in Italien hat ungefähr die Hälfte der elektrischen Anlagen 42, die andre 50 Hertz, in manchen Ländern, z. B. in Deutschland, verwendet man neben dem 50periodigen Drehstrom für die allgemeine Kraftüber-

[29]) General Electric Co.

[30]) Z. Bd. 70 (1926) S. 847.

Abb. 80
Fremderregte Drehstrom-Erregermaschine für eine Blindleistungmaschine von etwa 10 000 kVA der SSW.

tragung Einphasenwechselstrom von 16⅔ Hertz für den Betrieb der Vollbahnen. Da die zusammengefaßte Erzeugung der Elektrizität und der Zusammenschluß der Netze mit verschiedenen Frequenzen wirtschaftliche Vorteile bringt, stellt man häufig Periodenumformer (Frequenzwandler) auf. In Amerika werden sie mit Einzelleistungen bis 50 000 kW gebaut und dienen gleichzeitig als Phasenschieber.

Ursprünglich löste man die Aufgabe, zwei Netze verschiedener Frequenz zusammenzuschalten, einfach dadurch, daß man zwei Synchronmaschinen mechanisch kuppelte, deren Polpaarzahlen sich wie die Frequenzen der beiden Netze verhielten. Werden mehrere solcher synchronen Perioden-Umformersätze parallel betrieben, so muß in jedem Satz ein Ständer drehbar sein, damit man die Belastung richtig verteilen kann.

Elastischer ist die Kupplung der Netze verschiedener Frequenzen, wenn man die eine der beiden Maschinen als Asynchronmaschine mit Krämer- oder Scherbius-Regelsatz ausführt, da man dann die Drehzahl und infolgedessen auch die Frequenzen innerhalb gewisser Grenzen einstellen und die Grunddrehzahl wesentlich höher wählen kann als mit zwei Synchronmaschinen.

Jede Asynchronmaschine, die angetrieben wird, kann als Periodenumformer dienen. Wenn man dem Ständer f_1 Hertz zuführt, gibt der Läufer $f_2 = (f_1 - f_r)$ Hertz ab; f_r ergibt sich aus der Gleichung $f_r = \frac{n\,p}{60}$. Auch jede dreiphasige Kommutatormaschine kann zur Umwandlung der Frequenz dienen. Auf dem Umweg über Gleichstrom mit zwei Einankerumformern kann man die Frequenzen beliebig umformen. [B 564]

Zum Gedächtnis Robert Mayers

Am 20. März 1878 starb zu Heilbronn Robert Mayer, wohl der bedeutendste Physiker des 19. Jahrhunderts. Obwohl seither gerade fünfzig Jahre verflossen, hat unsere so jubelfeierfrohe Zeit doch eine Gedächtnisfeier fast vergessen, nur hier und da hat sich ein sehr bescheidener Gedenkaufsatz hervorgewagt. Und doch kann Mayers Größe am ehesten mit der Galileis verglichen werden; denn in der Geschichte des Wissens lehren seine Leistungen und Schicksale so recht das Possenspiel, das zünftige Gelehrte zu allen Zeiten getrieben haben, um der unkundigen Menge das Vorurteil von der Freiheit der Wissenschaft einzuimpfen.

Julius Robert Mayer[1]) wurde am 25. November 1814 zu Heilbronn als Sohn eines Apothekers geboren, studierte in Tübingen, München und Wien Medizin und ließ sich 1838 zu Heilbronn als praktischer Arzt nieder. Hier hielt es sein reger Geist nicht lange aus. Er bewarb sich mit Erfolg um eine Anstellung in holländischen Diensten. Nach einem kurzen Abstecher nach Paris schiffte er sich am 22. Februar 1840 in Rotterdam als Sanitätsoffizier des Kauffahrers „Java“ nach Java ein; man erreichte es in 101 Tagen und ging in Batavia, Surabaya und Samarang vor Anker. In Java machte Mayer nun bei Gelegenheit von Aderlässen die Entdeckung, daß das Blut der Armvenen auffallend hellrot sei, woraus er auf eine Wärmeersparnis des Körpers in dem Sinne schloß, daß der Verbrennungsvorgang, der den Körper auf einer stets gleichbleibenden Temperatur erhält, in der heißen Zone langsamer als in den gemäßigten und kalten Zonen vor sich geht. Auf Grund dieser Wahrnehmung entwickelte er auf der Rückreise nach Europa seine neue Lehre von der Gleichwertigkeit einer bestimmten Wärmemenge mit einer bestimmten Arbeitsmenge.

Im Februar 1841 nach Heilbronn zurückgekehrt, ging er sofort an die Niederschrift seiner neuen Gedanken, die aber erst im Maiheft 1842 der „Annalen der Chemie und Pharmazie“ nach mehrfachen anderweitigen Ablehnungen von Liebig veröffentlicht wurden, wodurch der Beweis der Erstlingsschaft Mayers für alle Zeiten festgelegt ist. Dieser Aufsatz enthält in treffender Kürze die grundlegenden Gesetze unserer heutigen Wärmemechanik in den Sätzen:

1. Eine Kraft ist nicht weniger unzerstörbar als eine Substanz.
2. Aufhörende Bewegung dauert als Wärme fort.

Im Jahre 1844 erschien die zweite Hauptschrift Mayers, „Über die organische Bewegung im Zusammenhange mit dem Stoffwechsel“, und 1848 seine dritte große Schrift, „Die Dynamik des Himmels“.

Um diese Zeit begann ein wüstes Jagen deutscher, französischer und englischer Gelehrter, die unter Verschweigung des wirklichen Entdeckers die neue große Entdeckung für sich in Anspruch nahmen. Mayers Kampf um sein Recht — in dem sich sogar seine Frau auf die Gegenseite stellte — endete nach manchem aufregenden Auf und Ab 1852 in der Irrenanstalt Winnenthal, wo der wider seinen Willen Festgehaltene mehr als ein Jahr lang mit Zwangsjacke und Strick ausdrücklich mit der Absicht behandelt wurde, ihm, der so etwas wie die Quadratur des Zirkels erfinden wollte, einen anderen Willen zu schaffen. Erst als er infolge dieser Kur vollständig herunter war, ließ man ihn wieder frei. Er zog sich ins Privatleben zurück und lebte nun ganz seinen Studien.

Obwohl er fleißig unter die Leute ging, konnte er es doch nicht verhüten, daß ihn seine gelehrten Widersacher schon bei Lebzeiten totsagten, eine Mär, der nicht einmal dadurch der Boden ganz entzogen werden konnte, daß Mayer auf einer Naturforscherversammlung persönlich erschien. 1858 erhielt Mayer von Friedrich Schönbein das Diplom als korrespondierendes Mitglied der naturforschenden Gesellschaft zu Basel, 1859 wurde er Ehrendoktor der Universität Tübingen: jetzt begann die mechanische Wärmetheorie ihren Siegeslauf durch die Welt. Es wurde die Erstlingsschaft Mayers im allgemeinen zugegeben; dennoch hörte man und hört noch heute, ein deutscher Arzt habe als erster das neue Gesetz klar ausgesprochen und richtige Vorstellungen über das Wesen der Naturkräfte gehabt; dieses Gesetz habe dann „durch die anschließenden Forschungen der ausgezeichnetsten Mathematiker und Physiker eine ungeahnte Bedeutung erlangt“. Daß Mayer selbst die Folgerung aus seiner Entdeckung auf allen Gebieten des Wissens dargetan hatte, war und ist nur den wenigsten bekannt. In den Jahren 1863 bis 1867 mußte er sogar neue Kämpfe um die Erstlingsschaft der Entdeckung ausfechten.

Inzwischen erschien endlich von Mayer 1867 „Die Mechanik der Wärme“ in gesammelten Schriften. Im Jahre 1869 trat unser Forscher zum erstenmal öffentlich während der Naturforscherversammlung in Innsbruck auf und sprach „Über notwendige Konsequenzen und Inkonsequenzen der Wärmemechanik“. Bald darauf wurde Mayer Mitglied der Wiener, dann der Pariser Akademie, erhielt den Poncelet-Preis, die Copley-Medaille und so viele andere Auszeichnungen und Diplome, daß er damit sein Zimmer tapezieren konnte. Unter anderem wurde ihm auch der württembergische Personaladel verliehen. 1874 erschien die „Mechanik der Wärme“ in zweiter Auflage und 1876 ein grundlegender Aufsatz „Über Auslösung“, das letzte Werk aus seiner Feder; denn er starb am 20. März 1878 an einer Lungenentzündung.

In das Jahr 1877 fällt ein persönliches Zusammentreffen Robert Mayers mit Eugen Dühring, der des Forschers Sache längst zu seiner eigenen gemacht hatte; Dühring hat schließlich Mayers Gelehrtenschicksal in einem eigenen Buche „Robert Mayer, der Galilei des 19. Jahrhunderts, 2. Auflage, Leipzig 1911“ auf Grund von Mayers persönlichen Angaben dauernd festgehalten. Das Buch zeigt, wie man noch nach dem Tode Mayers bemüht war, seinen Geist zu verschütten, sein Leben als das eines Geisteskranken hinzustellen, obwohl es wohl an ursprünglichen Gestaltungen nicht reicher zu denken ist. Werden doch seine Schriften stets — ganz abgesehen von der Umwälzung der ganzen Physik, die sie hervorriefen — ein Musterbeispiel für Gesundheit und Klarheit der Forschung wie der Darstellung sein.

Der Gedächtnistag kann uns daher an Wielands Ausspruch mahnen: „Sich neue Bahnen brechen, heißt in ein Nest gelehrter Wespen stechen“. [N 1547]

Troppau Baurat Ing. Adolf Kühnel

[1]) Vergl. C. Matschoß, Robert Mayer, Z. Bd. 58 (1914) S. 1602. Zum 75. Gedenktage seiner Geburt hat der Verein deutscher Ingenieure dem bahnbrechenden Forscher vor der Technischen Hochschule Stuttgart ein Denkmal errichtet.

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Hüttenwesen

Reinnickel und seine Verwendung

Das Metall Nickel wird technisch ziemlich rein gewonnen als Mond-Nickel, so genannt nach dem Erfinder des Verfahrens, oder Kugelnickel mit ungefähr 99,88 vH Ni durch Destillation in Form von Nickelkarbonyl und dessen Zerlegung in metallisches Nickel und Kohlenoxyd. Eine zweite Darstellungsweise führt zu dem Würfelnickel mit ungefähr 99,5 vH Ni durch Vermischen gereinigter Oxyde mit organischen Bindemitteln und darauf folgendes reduzierendes Sintern. In reinster Form mit 99,9 vH Ni erhält man das Metall schließlich durch die Elektrolyse in schwefel- oder salzsaurer Lösung mit Rohnickel als Anode.

Es hat sich herausgestellt, daß die Verunreinigungen, die in geringen Mengen im Nickel immer noch vorhanden sind, einen schädlichen Einfluß ausüben auf die physikalischen Eigenschaften des Metalls, ohne daß über das einzelne Verhalten dieser Fremdbestandteile schon unbedingte Klarheit geherrscht hätte. Chaudron[1]) bringt eine zusammenfassende Darstellung eigener und fremder Untersuchungen über den Einfluß der Verunreinigungen des Nickels auf seine physikalischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der gerade bei diesem Metall so sehr geschätzten Schmiedbarkeit.

Man kann zwei Gruppen von Beimengungen unterscheiden, einmal solche, die keinen sehr großen Einfluß auf die Eigenschaft des Metalls ausüben, wie Kohlenstoff, Eisen, Kobalt, Silizium und Kupfer. Zweitens Verunreinigungen, von denen man bisher angenommen hat, daß sie sehr weitgehend den Charakter des Nickels ändern, wie Nickeloxyd NiO, gelöste oder eingeschlossene Gase, Schwefel, Mangan und Magnesium.

Kohlenstoff übt bis 0,4 vH keinen nennenswerten Einfluß aus; wächst der Kohlenstoffgehalt, so scheidet sich Graphit aus, und die Schmiedbarkeit wird dadurch stark herabgesetzt. Eisen bildet mit Nickel eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen; bis zu einem Gehalt von 1 vH wurde kein Einfluß bemerkt. Kobalt ist dem Nickel in seinen Eigenschaften außerordentlich nahe verwandt; man findet beide Metalle in den Mineralien stets vergesellschaftet. Nur auf dem Wege über das Nickelkarbonyl lassen sich die beiden Metalle trennen. Kobalt vermindert die elektrische Leitfähigkeit, hat aber sonst keinen Einfluß. Es bildet mit dem Nickel in allen Mischungsverhältnissen eine feste Lösung. Silizium ist in Höhe von 0,2 bis 0,25 vH als Verunreinigung vorhanden. Es erhöht etwas die Härte und die Zugfestigkeit, verringert jedoch die Bildsamkeit und Schmiedbarkeit. Bei einem Gehalt von 3 bis 5 vH Si ist Nickel nicht mehr schmiedbar. Bei 10 vH Si bildet die Verbindung Ni_3Si ein Eutektikum mit dem Nickel, das bei 1153 ° schmilzt. Kupfer bildet eine ununterbrochene Mischkristallreihe und hat in kleinen Mengen nur sehr geringen Einfluß.

Hinsichtlich der zweiten Reihe der Verunreinigungen haben Merica und Waltenberg im Bureau of Standard eingehend gearbeitet. Um die Nickelproben im luftverdünnten Raum vor Oxydation geschützt oder in bestimmten Gasen umschmelzen zu können, haben sie dabei einen Kohlenwiderstandofen und einen Hochfrequenzofen benutzt. Der Widerstandofen ist ein gewöhnlicher Kurzschlußofen mit einer Graphitschlange als Heizkörper, der besondere Vorrichtungen zum Schutze gegen Ausstrahlung hat. Das Ganze ist gasdicht in einen Metallzylinder eingeschlossen. Der Ofen stellt die allgemein übliche Form der Kohlenkurzschluß-Vakuumöfen dar. Die unerwünschte Bildung von Kohlenoxyd läßt sich jedoch darin nie ganz vermeiden. Überholt ist diese Bauart heute durch den Hochfrequenzofen, der die vollkommenste Art der elektrischen Beheizung darstellt. In der Versuchsanordnung wurde ein kleiner Laboratoriumsofen benutzt, der in der üblichen Weise die Hochfrequenzspule zeigt; sie ist um ein beiderseits abgedichtetes Porzellanrohr gelegt, in dem sich der Schmelztiegel befindet. Bemerkenswert ist der gut durchgebildete Strahlungsschutz, so daß sich in diesem Ofen auch außergewöhnlich hohe Temperaturen gut bewältigen lassen, Abb. 1. In Metallwerken haben sich die Hochfrequenzöfen in den bisherigen betriebsmäßigen Größen von wenigen 100 kg Fassungsraum gerade zum Feinen von Rohnickel ganz ausgezeichnet bewährt.

[1]) M. G. Chaudron, Le Nickel pur et ses applications, Rév. Mét. Bd. 24 (1927) S. 654.

Abb. 1
Hochfrequenz-Vakuumofen für hohe Temperaturen.

Bei den Versuchen wurden die erschmolzenen Nickelblöckchen bei 1000 bis 1100 ° in Keilform ausgeschmiedet und der Werkstoff als schmiedbar angesehen, wenn er dabei nicht rissig wurde. Schmilzt man Nickel an der atmosphärischen Luft ein, so entsteht dabei Nickeloxyd, das bei einem Gehalt von 1,1 vH mit dem Metall ein Eutektikum bildet. Dergestalt oxydiertes Nickel erwies sich auffallenderweise noch als schmiedbar. Im Kohlenoxyd- oder Wasserstoffstrom geschmolzenes Nickel sowie Metall, das man überoxydierte und dann mit Kohlenstoff reduzierte, büßte trotz der gelösten und eingeschlossenen Gase seine Schmiedbarkeit nicht ein.

Dagegen genügen, wie festgestellt wurde, äußerst geringe Mengen von Schwefel, um das Metall vollständig brüchig zu machen. Die Verbindung Ni_3S_2, die nur eine geringe Löslichkeit in Nickel aufweist, aber mit ihm ein Eutektikum bildet, das bei 644 ° schmilzt und das sich in Form eines Häutchens an den Korngrenzen ausscheidet, zerstört infolge des niedrigen Schmelzpunktes den inneren Zusammenhang des Metalls bei der Schmiedetemperatur.

Durch Zugabe von Mangan oder Magnesium kann man jedoch die Schmiedbarkeit wieder herstellen. Mangan bildet infolge seiner größeren Verwandtschaft zum Schwefel gegenüber dem Nickel Mangansulfid, das sich in Form von Kügelchen an den Kristallgrenzen ablagert. Das trennende, niedrig schmelzende Häutchen ist dadurch beseitigt. Das sich bildende Magnesiumsulfid dagegen, das bei der Schmelztemperatur des Nickels noch unlöslich ist, lagert sich in Form von kleinen Körnchen im Innern der Kristalle ab, kann somit nicht den inneren Zusammenhang stören. Magnesium wäre als das beste Entschweflungsmittel anzusehen, wenn es nicht durch seine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff sich eher mit den in jedem Nickelbade vorhandenen Oxyden verbinden würde. Weiterhin ist es notwendig, immer einen kleinen Überschuß dieses Metalls zuzugeben, um auch restlos zu entschwefeln; das dann in Lösung gehende Magnesium ist den mechanischen Eigenschaften des Nickels schädlich. Beide Metalle haben aber den Vor-

zug, auf die Nickelschmelze entgasend zu wirken. Man gibt deshalb im Betrieb zuerst Mangan und dann Magnesium, von jedem 0,1 vH, hinzu, muß aber dann das Bad vor weiterer Oxydation sorgfältig schützen.

Die besonderen Vorzüge des reinen Nickels sind seine gute Schmiedbarkeit, das weiße Aussehen, die Verschleißfestigkeit, der verhältnismäßig hoch liegende Schmelzpunkt, die chemische Widerstandfähigkeit und endlich seine magnetischen und katalytischen Eigenschaften. 5 bis 10 vH der Welterzeugung wird als schmiedbares Metall verbraucht, 65 vH als Nickelstahl. Verwendet wird Reinnickel zu ärztlichen Instrumenten, in der Feinmechanik, zu Gefäßen für Küche, Laboratorium und die chemische Industrie. Ein weites Feld ist auch die Münzherstellung. Eisennickellegierungen bestimmter Zusammensetzung, als Permalloy bekannt, gebraucht die Kabelindustrie wegen der hohen Permeabilität dieser Legierungen. Grade hier ist unbedingte Reinheit des Ausgangmetalls zu fordern; diese Zusammensetzungen werden meistens im Hochfrequenzofen erschmolzen. Besonders gut entgastes Nickelblech wird für die Röhren der Funktechnik gebraucht. Die katalytische Wirkung des Nickels benutzt man zur Aktivierung von Gasen in der organischen Chemie. In Form seiner Oxyde NiO_2 und NiO wird des Metall im Edison-Sammler verwendet. Infolge dieser vielseitigen Anwendung des Nickels und seiner Empfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen, besonders Schwefel, ist jede Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Feinung dieses Metalls zu begrüßen. [M 1259]

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Kraemer

Betriebskosten elektrischer Schmelzöfen für Messing und Bronzen

J. B. Meier hat die Höhe der Schmelzkosten von Rotguß und Messing im Elektroofen bei der F. & H. Foundry Co., Newark, N. J., untersucht[1]). In den Elektroöfen wird nur Rohguß verschmolzen, und zwar 40 vH Bronze (85 vH Cu, 5 vH Zn, 5 vH Sn, 5 vH Pb) 35 vH Messing, 20 vH Lagermetall mit hohem Bleigehalt und 5 vH Sonderlegierungen. Das Metall setzt man zu je 160 kg Beschickmenge in zwei von der Detroit Electric Furnace Co., Detroit, gelieferte Öfen ein, die im rechten Winkel zueinander aufgestellt sind. Schaltbrett, Strommesser und Pyrometer sind so angeordnet, daß ein Mann beide Öfen bedienen kann; diese Anordnung wurde aber später aus wirtschaftlichen Gründen geändert. Die Bronzebeschickung besteht zu ⅓ aus Neumetallblöcken, ⅓ aus Schrot und ⅓ aus Eingüssen, die Messingbeschickung aus 75 vH Schrot und 25 vH Neumetall.

Entgegen der dem Werk gegebenen Versicherung erzeugt dieselbe Energiemenge bei gleichem Einsatz nicht immer die gleiche Gießtemperatur. Wenn z. B. die Spannung während einiger Minuten nicht unveränderlich bleibt, sondern sinkt und dann während einiger Minuten höher gehalten wird, und dies einige Male während einer Schmelze vorkommt, so ist das Metall sicherlich zu kalt. Der Ofenwärter muß also die Geräte ständig überwachen. Deshalb bedienen jetzt auch zwei Ofenwärter die beiden Öfen. Bei einem Mann dauerte das Beschicken 7½ min, jetzt 3 min. Früher betrug die Gießzeit 5 min, jetzt dauert sie 3 min. Bei einem Mann betrug die Zeit vom Anstellen des Ofens bis zum nächsten Anstellen 58½ min; davon waren 35 min Schmelzzeit. Im Durchschnitt gingen also bei jeder Schmelze mit einem Mann Bedienung 10 min verloren. Diese Zeitverluste wurden infolge unwirtschaftlichen Arbeitens des Ofenwärters, durch zerbrochene Elektroden, unsachgemäße Bedienung der Schalter, Entfernen von Schlacken usw. verursacht.

Für jede Minute, die die Ofentür länger als 5 min offen steht, braucht man mindestens 1 kW Energie mehr. Wenn man also für eine Messingbeschickung z. B. 44 kW aufwenden muß und die Tür bleibt zum Ausbessern 10 min offen, anstatt nur 5 min, so verbraucht die nächste Schmelze zum Erreichen der gleichen Temperatur 49 kW. Auch ein Anwachsen der Schlacke um 75 bis 100 mm bedingt einen Mehrverbrauch an Energie um 10 vH.

Ferner hat die Erfahrung gelehrt, daß jede Ausmauerung, je älter sie wird, mehr Energie verbraucht, und zwar bis zu 10 vH. Mit dem Dünnerwerden der Ausmauerung werden die Strahlungsverluste nach außen größer, auch leidet anscheinend die Isolierung darunter.

Die Gießtemperatur wird auf 1150 °C gehalten; mindestens 90 vH der Güsse müssen bei 1120 ° vergossen werden. Der Temperaturabfall zwischen der Entnahme des ersten und zweiten Gußtiegels beträgt nicht mehr als 14 °; dagegen beträgt der Temperaturabfall während des Gießens 100 °. Dem Übelstand wurde jedoch abgeholfen, indem man die Gießtiegel in Pfannen einmauerte. Früher hatte man überhaupt nur Pfannen verwendet, die sich aber wegen zu großer Ansätze nicht bewährt haben. Nach dem Einmauern der Tiegel in die Pfannen betrug der Temperaturabfall nur noch 28 °; auch war die Haltbarkeit der Gießtiegel viel größer.

Die Kraftkosten waren im Februar 1927 mit 45,90 *RM* am höchsten und im August 1927 mit 31,03 *RM* am niedrigsten. Im Durchschnitt betrugen sie 35,06 *RM*. Rd. 800 Schmelzen hat man in einer Ofenausmauerung durchführen können. Die Ausmauerungen hätten vielleicht noch länger gehalten, man hielt es jedoch für wirtschaftlicher, die Öfen neu auszumauern.

Der Strompreis schwankt zwischen 11,2 bis 13,6 ₰/kWh. Von den Ofenwärtern erhält der eine 2,55 *RM*/h, der andre 2,34 *RM*/h. Die Kapitalzinsen sind auf eine Leistung von 1200 t in einem Jahr berechnet. Die Gestehungskosten für 1 t geschmolzenen Metalles in der Pfanne betragen:

Kraftkosten	35,06 *RM*
Vorwärmen der Gießtiegel	5,10 „
Tiegelkosten	5,31 „
Kohlenelektroden	4,67 „
Ausmauerung	2,46 „
Ausbesserungen	3,90 „
Löhne	10.11 „
Metallverlust	32,30 „
	98,91 *RM*
Allgemeine Unkosten und Verwaltung	0,85 „
Kapitalzinsen	2,76 „
Abschreibungen	4,60 „
Abgaben (3,78 für 100 *RM*)	1,19 „
Insgesamt	108,31 *RM*

[N 1339] Ste.

Über Sinteranlagen für staubförmige Eisenerze

Mit einem Dwight-Lloyd-Röster kann man z. Z. täglich 1200 t Eisenerze sintern, während man früher täglich 180 t mit einem Gerät erzeugte[1]). Die Leistungssteigerung ist der besseren Stoffüberwachung und der Verbesserung und Vergrößerung der Röster selbst zuzuschreiben. Das größte frühere Gerät hatte 8,36 m² Rostfläche, während der neueste Dwight-Lloyd-Röster eine solche von 35,3 m² aufweist.

Die Stoffüberwachung erstreckt sich nicht nur auf die Prüfung der Rohstoffe, sondern auch auf die Sintermischung. In enger Verbindung mit der Stoffüberwachung steht der Sinterungsvorgang, d. h. die Feuerung und die Luftzufuhr. Auch die Geschwindigkeit der Wanderroste ist erhöht worden.

Die ununterbrochene Erzeugung von Sinter in geeigneter Zusammensetzung und einem Mindestgehalt an Feinem hängt in der Hauptsache von der sorgfältigen Überwachung der Rohstoffe, der Sintermischung und der augenblicklichen Änderungen der Mischungs- und Brennverhältnisse sowie der Luftzufuhr ab. In den Sinteranlagen verarbeitet man den Flugstaub zu einem vollwertigen Erzeugnis. Beim ununterbrochenen Sinterverfahren muß man beachten:

1. Die Bestandteile der Beschickung müssen in das richtige Verhältnis gebracht werden.
2. Regelung des Feuchtigkeitsgehaltes.
3. Die Roste müssen in geeigneter Weise bedeckt sein.
4. Richtige Verteilung und Stärke des Feuers in der Sinterzone.
5. Ständige Beobachtung und Regelung der Zufuhr.
6. Überwachung der Zeitregelung in der Sinterzone.
7. Übereinstimmung der Bestandteile und Mengen der Zufuhr entsprechend den Anforderungen der Sintervorrichtungen.

Beim kontinuierlichen Vorgang wird die Gleichmäßigkeit der Sinterbeschickung selbsttätig überwacht; man kann die Roste von außen prüfen und die Roststäbe ohne Betriebsunterbrechung auswechseln.

Die früheren Vorrichtungen wurden in zwei Größen hergestellt: 1,07 × 6,71 m² und 1,07 × 7,77 m²; die Abmessungen sind in der Höhe der Windkasten gemessen. Infolge der großen Geschwindigkeitsverminderung 2000 : 1 durch Stirnradübersetzung entstanden große Reibungsverluste.

Die neuen Vorrichtungen werden über zwei Vorgelege mit Stirnradübersetzung angetrieben. Das eine Vorgelege ist mit einem Cleveland-Schneckengetriebe verbunden, wodurch weitere Übersetzungen unnötig werden. Die Rostplatten haben Rollenlager; der Eingriff der Platten in das Getriebe wurde geändert, wodurch man Reibungsverluste vermied. Zur Zeit baut man die Dwight-Lloyd-Röster in zwei Größen, 1,07 × 17,50 m² und 1,83 × 23,32 m². Mit der Vergrößerung der Rostflächen hat man auch die Rostgeschwindigkeit, die ursprünglich 508 bis 762 mm/min betrug, auf 2286 mm/min erhöht.

[1]) „The Foundry“ Bd. 56 (1928) S. 93.

[1]) The Iron Age Bd. 121 (1928) S. 191.

Die Arbeitsweise und die Überwachung der zu verarbeitenden Stoffe zeigt Abb. 2.

Der ankommende Flugstaub und der hinausgehende Sinter werden bemustert und gewogen. Bei größeren Mengen wird der Staub, der nicht unmittelbar verarbeitet werden kann, auf das Erzlager geschüttet; bei Gebrauch bringt man ihn mittels eines Kranes in Füllrümpfe zur unmittelbaren Verarbeitung. Der Flugstaub, der sofort verarbeitet werden kann, wird in die Trichter unter der Ladebühne geschüttet. Die Trichter sind mit einer umlaufenden Verteilscheibe ausgerüstet, die das Gut an Sammelgurtförderer abgibt. Diese führen es zwei umlaufenden Drehsieben zu, wo die groben Stücke über eine Rutsche in Eisenbahnwagen fallen. Das Feinzeug gelangt in vier je 250 t fassende Behälter.

Jeder Behälter hat eine umlaufende Verteilerscheibe am Boden. Alle Verteilerscheiben entladen das Gut auf einen Sammelgurtförderer, der das Gut zur Sinteranlage bringt. Ein geneigt und quer liegender Gurtförderer bringt es zu einem senkrechten Becherwerk, das das Gut in die Doppeltrichter wirft, die oberhalb der Sintervorrichtungen liegen. Die Doppeltrichter sind mit einer Ladevorrichtung ausgerüstet, bei der der Strom unterbrochen wird, wenn die Dwight-Lloyd-Vorrichtungen gefüllt sind. Ferner haben die Fülltrichter für jede Sintervorrichtung eine umlaufende Entladescheibe, die den Staub einem Kollergang zuführt; hier wird er auch angefeuchtet. Mittels einer schwingenden Schnauze wird das Gut aus dem Kollergang gleichmäßig auf den Rosten der Dwight-Lloyd-Vorrichtung verteilt.

[M 1283] Ste.

Abb. 2
Arbeitsweise und Überwachung der zu verarbeitenden Stoffe in einer Sinteranlage für staubförmige Eisenerze.

Werkstoffe

Nickel-Molybdän-Stahl für Rollenlager

Versuchsweise haben amerikanische Eisenbahngesellschaften, wie die Chicago, Milwaukee und St. Paul-Bahn, die Chicago und Northwestern-Bahn u. a., Rollenlager für Personenwagen eingeführt, die aus Nickel-Molybdän-Stahl hergestellt sind[1]) In Abb. 3 sind die physikalischen Eigenschaften des Kernes eines solchen im Einsatz gehärteten Stahles zusammengestellt. Bemerkenswert ist die Gleichmäßigkeit der Elastizitätsgrenze bei verschiedenen Anlaßtemperaturen. Die Eigenschaften der Legierung hat man daher bei hohen Temperaturen untersucht.

Ein gewalzter Rundstab von 50 mm Dmr. von der Zusammensetzung 0,305 H C, 0,51 vH Mn, 0,021 vH S, 0,018 vH P, 0,19 vH Si, 1,14 vH Ni und 0,14 vH Mo wurde ausgewählt. Aus diesem schnitt man 300 mm lange Proben, die in einen Muffelofen gelegt und folgender Warmbehandlung unterzogen wurden: Normalisiert bei 900 °C, in Wasser abgelöscht bei 787,5 °, angelassen bei 483, 537,5, 593, 649 und 715 °.

Von jeder Probe wurde wenigstens eine Stange von jeder Anlaßtemperatur bei Zimmertemperatur (23 °), bei 315 ° und bei 537,5 ° einem Zerreißversuch unterworfen. Die Ergebnisse waren:

Anlaßtemperatur °C	Probe Nr.	Temperat. bei der Zerreißprobe	Fließgrenze kg/mm²	Zerreißfestigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Einschnürung vH
483,0	1/1	23,0	73,82	78,74	17,5	64,7
	1/2	23,0	75,92	91,20	16,5	62,3
	2/1	315,0	86,47	101,58	27,0	75,5
	2/2	537,5	37,26	50,26	24,0	87,5
537,5	3/1	23,0	73,11	91,70	20,5	67,0
	4/1	315,0	71,71	93,15	25,5	64,7
	4/2	537,5	36,56	52,37	23,0	37,5
593,0	5/1	23,0	71,71	86,89	21,0	69,2
	6/1	315,0	59,75	82,60	23,5	73,5
	6/2	537,5	37,96	52,73	24,5	88,7
649,0	7/1	23,0	62,57	75,43	25,0	75,5
	7/2	315,0	53,43	76,63	24,5	64,7
	8/1	537,5	39,37	49,21	30,0	85,8
	8/2	537,5	38,67	48,86	28,0	94,3
715,0	9/1	23,0	55,43	65,31	29,5	75,5
	9/2	537,5	28,82	41,83	35,0	88,7
	10/2	315,0	40,07	69,25	31,0	71,4

[M 1313] H. I.

Abb. 3
Physikalische Eigenschaften des Kernes von im Einsatz gehärtetem Nickel-Molybdän-Stahl.
Zusammensetzung des Stahles: 0,15 vH C, 0,58 vH Mn, 0,25 vH Si, 1,62 vH Ni, 0,286 vH Mo, 0,032 vH S, 0,016 vH P.
Warmbehandlung: Geschmiedet bei 1150 bis 1205°, normalisiert bei 885 bis 900°, geglüht bei 843 bis 855°, abgelöscht bei 787,5 bis 800°.
a Zerreißfestigkeit *b* Brinellhärte *c* Einschnürung *d* Elastizitätsgrenze *e* Dehnung

Eisenbahnwesen

Still-Diesellokomotive von Kitson & Co., Leeds

Die Kolben dieser Lokomotive werden bekanntlich[1]) auf der Kurbelseite mit Dampf beaufschlagt, auf der Deckelseite durch innere Verbrennung im Dieselverfahren. Ein ölgefeuerter Hilfskessel liefert Dampf zum Anfahren; die Abgase des Dieselmotors ziehen durch ein andres Rohrbündel desselben Kessels. Die Hauptkonstruktionszahlen betragen:

Zyl.-Dmr.	343 mm
Kolbenhub	395 „
Zahl der Zylinder	8
Treibrad-Dmr.	1524 mm
Zahnradübersetzung	1:1,878
Reibungsgewicht	rd. 52 t
Dienstgewicht	72 t
Wasservorrat	4,5 m³

[1]) „The Iron Age" Bd. 121 (1928) S. 130.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 435 und Z. Bd. 71 (1927) S. 1663.

Brennstoffvorrat . . . . 1,8 m³
Indizierte Zugkraft aus dem Dieselzylinder bei $p_{mi} = 7$ . . . . 4000 kg
Zugkraft am Radumfang . . . . 3200 „
Anfahrzugkraft mit Dampf . . . rd. 11 500 „
Höchstgeschwindigkeit $V = 72$ km/h
Leistung am Radumfang bei $V = 36$ km/h 428 PS

Am 8. März d. J. ist die Diesellokomotive von Kitson-ill, Abb. 4, zum erstenmal auf Schienen gelaufen. Ich nn aus eigener Anschauung berichten, daß ein Zug von . 100 t hinter dem Zughaken in einer Steigung von 1 : 100 it vielen Krümmungen anstandlos befördert worden ist. hon bei 8 km/h wurden die Dieselzylinder in Betrieb ge-tzt, worauf der Dampf abgestellt wurde. Inzwischen ben weitere Versuchsfahrten mit Zügen von 125 t Wagen-st auf Steigungen bis 1 : 73 stattgefunden, in der die Zug-aft des Dieselmotors voll ausgenutzt wurde. Von einer stimmten Leistung des Dieselmotors kann nicht ge-rochen werden, weil sie mit der Geschwindigkeit steigt. ei 80 vH Wirkungsgrad des Getriebes und der Höchst-schwindigkeit könnten 850 PS am Radumfang entwickelt erden. Bisher konnte die Lokomotive noch nicht auf recken verwendet werden, die längeres ununterbrochenes ahren unter Last gestatten. Infolgedessen ist sie nie chtig warm geworden, so daß die Verwertung der Abhitze och nicht zur Geltung gekommen ist. Man darf nach eser Erstlingsausführung ebensowenig schon die ganze auart beurteilen, wie nach der ersten Ausführung die ssische 2 E 1-Zahnradgetriebe-Lokomotive. Beide enthalten twicklungsmöglichkeiten, die im Auge behalten werden üssen. [M 1499]

Berlin F. Meineke

Abb. 4. Achtzylindrige Kitson-Still-Diesellokomotive.

Elektrotechnik

Parallelbetrieb von Umspannern[1])

Umspanner arbeiten parallel, wenn sie primär aus dem eichen Netz gespeist werden und sekundär in das gleiche tz Strom liefern. Primär an das gleiche Netz angeschlos-se Umspanner kann man natürlich nur dann auch sekun-d parallel schalten, wenn ihre Sekundärspannungen iche Größe und Phasenlage haben. Gleiche Sekundär-nnung bedingt gleiche Leerlaufübersetzung. rden Umspanner parallel geschaltet, deren Leerlaufüber-zungen nicht ganz gleich sind, so fließt durch sie ein sgleichstrom ins Primärnetz zurück. Beim Parallelbetrieb gleiche Sammelschienen können kleine Abweichungen d Leerlaufübersetzungen schon recht unangenehme Aus-ichströme hervorrufen; arbeiten jedoch die Umspanner er Zwischenschaltung längerer Ober- und Unterspan-gsleitungen parallel, so begrenzen nicht nur ihre einwiderstände (Impedanzen), sondern auch die Schein-erstände der zwischenliegenden Leitungen die Ausgleich-tme, so daß bei solchem Parallelbetrieb kleine Ab-chungen der Leerlaufübersetzungen nicht so stark ins richt fallen.

Die zweite Bedingung für die Parallelschaltbarkeit von spannern, die gleiche Phasenlage, ist bei Ein-sen-Umspannern stets erfüllt, da die primäre und die ndäre elektromotorische Kraft (EMK) und daher auch Sekundärspannungen zweier aus dem gleichen Primär-gespeister Umspanner phasengleich sind. Beim ersten allelschalten der Sekundärwicklungen ist nur darauf zu achten, daß die Polarität übereinstimmt, was man nach einpoligem Zusammenschalten leicht mittels eines Voltmeters nachprüfen kann.

Bei Drehstrom-Umspannern liegen die Verhältnisse bedeutend verwickelter. Die drei Phasenwicklungen können primär und sekundär entweder im Dreieck, Stern oder Zickzack geschaltet sein[2]). Es gibt vier verschiedene Lagen des sekundären Spannungsdreiecks gegenüber dem primären, und dementsprechend vier Schaltgruppen A, B, C und D nach den vom Verband deutscher Elektrotechniker festgesetzten Bezeichnungen[3]). Bei Schaltgruppe A hat das sekundäre Spannungsdreieck die gleiche Phasenlage wie das primäre, bei Schaltgruppe B ist es um 180°, bei der Schaltgruppe C um 30° im Uhrzeigersinne, bei der Schaltgruppe D um 30° im entgegengesetzten Sinne gedreht. Die Bedingung der Phasengleichheit bedeutet also für Drehstromumspanner Zugehörigkeit zur gleichen Schaltgruppe.

Die Schaltgruppe A kann man in die Schaltgruppe B und umgekehrt nur dadurch abändern, daß man die Enden der einzelnen Phasenwicklungen auf der Primär- und auf der Sekundärseite miteinander vertauscht. Bei Drehstromsätzen aus drei Einphasen-Umspannern bereitet das keine Schwierigkeit, bei den dreiphasigen Drehstrom-Umspannern ist jedoch im allgemeinen eine innere Umlötung notwendig. Im Gegensatz dazu lassen sich die Schaltgruppen C und D leicht ineinander überführen, indem man nur zwei primäre Anschlußklemmen eines Umspanners miteinander vertauscht.

Umspanner gleicher Übersetzung, deren einer der Gruppe A oder B, der andere der Gruppe C oder D angehört, werden auch nach Änderung der inneren Schaltung nicht zum Parallelbetrieb geeignet, da eine derartige Umschaltung stets das Übersetzungsverhältnis ändert.

Sehr wichtig ist die Frage der Lastverteilung auf parallel arbeitende Umspanner. Die erstrebenswerte ideale Lastverteilung, bei der die einzelnen Umspanner gleichmäßig belastet sind, tritt dann auf, wenn die Umspanner gleichen inneren Spannungsabfall, d. h. gleiche Kurzschlußspannungen, haben.

Praktisch muß man jedoch stets Abweichungen der Kurzschlußspannungen in den Kauf nehmen. Die einzelnen Umspanner übernehmen dann die Last im Verhältnis ihrer „Admittanzen", wobei unter Admittanz der Quotient aus Nennleistung durch Kurzschlußspannung zu verstehen ist. Der Umspanner mit der niedrigsten Kurzschlußspannung erreicht als erster seine Vollast. Eine weitere Laststeigerung überlastet ihn. Man kann dann die anderen parallelarbeitenden Umspanner nicht voll ausnutzen.

Sollen Umspanner trotz stark abweichender Kurzschlußspannungen parallel arbeiten, so kann man dadurch Abhilfe schaffen, daß man vor den Umspanner mit der niedrigeren Kurzschlußspannung ober- oder unterspannungsseitig eine Drosselspule schaltet.

Arbeiten Umspanner nicht auf gleiche Sammelschienen, sondern mit zwischengeschalteten längeren Leitungen parallel, so ist die Lastverteilung auch von den Widerständen der Leitungen abhängig. Da die Spannungsabfälle in den Leitungen meist viel größer sind als die in den Umspannern, ist die Größe der Kurzschlußspannungen in diesem Falle ohne ausschlaggebende Bedeutung. [N 1517]

Berlin Dipl.-Ing. Aron

[1]) Nach „Elektrojournal" Bd. 7 (1927) S. 414.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 532.

[3]) Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren (RET), ETZ Bd. 43 (1922) S. 666.

Kleine Mitteilungen

Sicherheitsvorrichtungen für Dampfturbinen

Die neue dreigehäusige Turbodynamo von 20 000 kW, die die A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, im Kraftwerk Schiehaven von Rotterdam aufgestellt hat, ist wegen einiger neuer Sicherheitsvorrichtungen bemerkenswert. Eine von ihnen dient dazu, die Belastung der Gruppe sofort zu vermindern, wenn der Ausgleich der Achsschübe in der Turbinenwelle gestört wird. Die Vorrichtung besteht in der Hauptsache aus einer Membran, die auf einer Seite unter dem Druck des Frischdampfes, auf der andern Seite unter der Summe der Drücke vor dem Mitteldruckgehäuse und vor dem Niederdruckgehäuse steht. Die Membran arbeitet somit unter den gleichen Druckverhältnissen wie die Turbinenwelle, und da sich die Dampfdrücke in den Gehäusen entsprechend den Dampfmengen verändern, so bleibt der Ausgleich auch bei Änderungen der Belastung gewahrt. Nur wenn sich das Gleichgewicht aus andern Gründen ändert, verschiebt die Membran einen Ölsteuerkolben, der den Dampfregler beeinflußt. Eine andre Vorrichtung, die gleichfalls aus einer Membran besteht, dient dazu, die Leistung zu vermindern, wenn der Unterdruck im Abdampfstutzen der Niederdruckturbine, also die Luftleere im Kondensator ungenügend wird. („The Engineer" 11. Mai 1928 S. 506/08*). [N 1633 a] H.

Staubreinigung im Trenton-Kanal-Kraftwerk

Das Trenton-Kanal-Kraftwerk war wohl die erste größere Kraftanlage, in der das Cottrell-Staubreinigungsverfahren Anwendung fand. Nachdem zunächst an einem Schornstein ein längerer Betriebsversuch durchgeführt worden war, der durchaus zufriedenstellte, hat man jetzt in sämtliche Schornsteine Cottrell-Filter eingebaut. Die bei der ersten Bauart auftretenden Schwierigkeiten, bestanden darin, daß bei starkem Staubansatz Lichtbogen zwischen den wagerecht angeordneten Elektroden entstanden, die zur schnellen Zerstörung der Elektroden führten. Man beseitigte diese Schwierigkeiten dadurch, daß man die Elektroden senkrecht anordnete, so daß der sich ansetzende Staub von selbst nach unten in den Rauchkanal abfällt; hier wird er in bestimmten Zeitabständen selbsttätig entfernt.

In jeden Schornstein sind zwei Cottrell-Filter eingebaut, die je an zwei 25 kVA-Transformatoren und zwei mechanische Gleichrichter angeschlossen sind. Die Gleichrichter werden von dreipferdigen Synchron-Drehstrommotoren angetrieben. Die Filterspannung beträgt 35 000 bis 50 000 V, der Filterwirkungsgrad im Dauerbetrieb mindestens 85 vH. Jedes Filter kann ohne Betriebstörungen abgeschaltet und gereinigt werden. („The Engineer" 4. Mai 1928, S. 533*). [N 1633 b] Pt.

Betriebsergebnisse mit dieselelektrischen Lokomotiven

Die New Yorker Stadtbahnen hatten bis zum Januar 1928 vierzehn dieselelektrische Lokomotiven von 60 t und fünf von 100 t Gewicht in Dienst gestellt. Begonnen wurde hiermit vor etwa drei Jahren; dies ist immerhin ein Zeitraum, der gestattet, die Bewährung dieser Lokomotiven ziemlich einwandfrei zu beurteilen. Naturgemäß handelt es sich hier in erster Linie um die Wirtschaftlichkeit des Brennstoffverbrauchs, nichtsdestoweniger aber auch um die Unterhalt- und Ausbesserkosten sowie mögliche Schwierigkeiten in der Bedienung.

Die Lokomotiven wurden unter den verschiedensten Betriebsverhältnissen geprüft. Dabei ergab sich für die 100 t-Lokomotiven mit 600 PS ein Brennstoffverbrauch von 5,3 bis 8,5 kg/1000 tkm, für die 60 t-Lokomotiv mit 300 PS Leistung nur 3,3 kg/1000 tkm. Zum Verglei wurde der Brennstoffverbrauch einer Lokomotive mit Ö feuerung festgestellt, mit dem Ergebnis von 85 kg/1000 tkm, also dem Zehnfachen des obengenannt Höchstverbrauchs der dieselelektrischen Lokomotiven v 100 t Gewicht. Allgemein wurde gegenüber den Damp lokomotiven eine wirtschaftliche Ersparnis von 30 vH i Verschiebedienst und von 50 vH im Fernverkehr erreich

Bemerkenswert sind auch die Angaben über die geri gen Ausbesserarbeiten. Die 60 t-Lokomotiven war im Mittel zu 91,5 vH, auf 300 Betriebstage im Jahr 1927 b zogen, dienstfähig, während dieser Hundertsatz für d 100 t-Lokomotiven der höchst erreichte war. Es wurde d Beobachtung gemacht, daß sich diese Werte mit der ständ wachsenden Vertrautheit der Bedienung mit diesen Lokom tiven erhöhten. („Railway Age" 1. Mai 1928 S. 784*). [N 1633 c] Ro.

Runder Ölglühofen

Die United States Naval Gun Factory, Washington, h einen runden mit Öl beheizten Stahlguß-Glühofen geba Das Ofengewölbe mit 7,9 m äußerem Dmr. und 25 t Gewic ist in einem Stahlgußring, der in einem Stück gegossen i aufgemauert und mit diesem im ganzen aufgesetzt und a nehmbar. Der Ofen wird mittels vier Ölbrenner beheizt, v denen jeder 114 l/h Öl verbrennen kann. Das Öl gelan mit 2 at und die Luft mit 0,14 at Überdruck zu d Brennern, von denen bei einer Glühtemperatur von 870 b 895 °C nur drei gebraucht werden, so daß man, ohne d Ofen außer Betrieb zu setzen, immer einen Brenner au bessern kann. Besonderes Gewicht ist auf eine gleichmäßi Temperaturverteilung im Herdraum gelegt. Jedes Ofe viertel hat sieben Abzüge für die Abgase, die in ein Kanal gehen, der durch einen Schieber regelbar ist. Hint dem Schieber vereinigen sich die vier Kanäle zu eine einzigen Kanal, der in den Schornstein mündet.

Um möglichst geringe Strahlungsverluste zu erhalte hat man hinter dem 230 mm dicken Mauerwerk noch ei 115 mm dicke Isolierschicht aus gewöhnlichen feuerfest Steinen und hinter dieser Isolierschicht noch ein 115 m dickes Mauerwerk aufgeführt. Die Abgaszüge sind unt dem Herd durchgeführt. Der Temperaturunterschied i Herd soll nicht mehr als 7 °C betragen. („The Foundr 15. April 1928 S. 299*) [N 1605 f] Ste.

Pullman-Wagen für Australien

Von der amerikanischen Pullman Car & Manufacturi Corp. sind kürzlich für die Südaustralische Staatseise bahn zum erstenmal drei Eisenbahnwagen gebaut worde die jetzt nach Adelaide unterwegs sind. Zwei davon si Schlafwagen mit 10 Abteilen, der dritte ein Speisewag mit 12 Tischen für je vier Fahrgäste. Von der Herstelle firma bis nach New York fuhren die Wagen auf normal Pullman-Gestellen, von denen sie zum Verladen abgehob wurden. Die australischen Drehgestelle wurden mitg liefert und werden erst in Adelaide untergebaut.

Die Wagen sind in ihren äußeren Abmessungen etw kleiner als die normalen Pullman-Wagen. Die Länge üb die Puffer beträgt rd. 24 835 mm, der Abstand der Drehg stellmitten rd. 17 000 mm, die Breite der Wagen rd. 3000 m die Höhe über Schienenoberkante rd. 4170 mm und d Spurweite 1600 mm. Nachdem die Wagen auf eine beso dere Wagenfähre gebracht worden waren, wurden Drahtsei schlingen um die Wagenkasten gelegt, so daß sie mitte Schwimmkranes von dort auf das Deck des Transpor schiffes, wo sie gut verankert wurden, gehoben werde konnten. („Railway Age" 28. April 1928 S. 957*). [N 1633 f] Krs.

BÜCHERSCHAU

Die Eis- und Kälteerzeugungsmaschinen. Von Richard Stetefeld. 3. Aufl. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 418 S. m. 265 Abb. Preis 18,50 *M*.

Die erste Auflage dieses Werkes ist im Jahre 1901, die zweite im Jahre 1912 (zweibändig) erschienen; die vorliegende dritte Auflage ist nach mehrfachen Kürzungen wieder auf einen Band gebracht. Insbesondere hat der Verfasser den Abschnitt über Wärmetheorie wesentlich eingeschränkt, wozu ihn „wiederholte Beobachtungen und Unterredungen mit den Benutzern aus der Praxis geführt haben". Im wärmetheoretischen Teil lag zwar auch bei den früheren Auflagen nicht die Stärke des Buches, die Beschränkung a zwei Seiten scheint mir jedoch etwas zu weitgehend. Wede der zweite Hauptsatz noch die Entropie finden Erwähnung damit wird der Kreis, dem das Buch zum Studium empfohle werden kann, stark eingeschränkt. Als Ergänzung wi (S. 84) auf Lehrbücher der technischen Thermodynami hingewiesen, die alle vor mehr als zwei Jahrzehnten e schienen sind.

Solche Hinweise auf weit zurückliegende Arbeiten durch setzen das ganze Werk, während die neuere Literatur viel fach vermißt wird. In der Theorie der Kompressions-Kälte

schinen (S. 95 bis 109) wird sehr umständlich zuerst der inneren Energie (als innere Wärme bezeichnet) geanet und erst auf S. 108 der Wärmeinhalt nach Mollier geführt. Was der Wärmeinhalt ist, wird aber erst S. 129 erklärt; leider ist diese Erklärung falsch $= q + A\,p\,d\,v$ statt $d\,i = d\,q + A\,v\,d\,p$).
Auch in dem Abschnitt über Wärmeübergang finden neuen Forschungen keine Beachtung. Der konstruktive schnitt ist zwar besser gelungen, doch entspricht auch er nicht dem heutigen Stand. Viele wichtige Abschnitte ushaltmaschinen, Verbundmaschinen, Turbokompresso-, Drehkolbenmaschinen) sind gar nicht behandelt. Der schnitt „Kältemaschinenanlagen" gibt eine gute Übersicht wichtigsten Anwendungsgebiete für künstliche Kälte. üglich des Wärmeübergangs in Luftkühlern (S. 288) muß rdings richtiggestellt werden, daß der Wärmeübergang Luftströmung senkrecht zu den Rohren nicht schlechter, dern wesentlich besser ist als bei Strömung entlang den ren. Ferner widerspricht die Tafel auf S. 287 den sungen, da die Wärmeübergangszahlen mit wachsendem rdurchmesser nicht zunehmen, sondern abnehmen müs-. Die Wärmeübergangszahl von Luft an ebene Wände um ein Vielfaches zu groß angegeben.
Unbedingt muß ich dem Verfasser widersprechen, wenn m letzten Abschnitt (Leistungsversuche an Kältemaschi-) die Benutzung der Leistungsregeln (Normen) ablehnt. deutschen Leistungsregeln tragen den „praktischen" ürfnissen in jeder Weise Rechnung; sie sind das Ernis langjähriger Beratungen und haben sich ausgezeich- bewährt. Willkürliche Abweichungen einzelner Sachständiger von diesen Regeln würden die einheitliche Beeilung von Kühlanlagen sehr erschweren. Das Buch ist r gut ausgestattet.
E 1459] R. Plank

ndplan der wissenschaftlichen Betriebsführung im Bergau. Von Kurt Sieben. Berlin 1928, VDI-Verlag. 148 S. reis 10,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 9,50 ℳ.

Die Frage der Durchführung der wissenschaftlichen Bebsführung gehört im Augenblick wohl mit zu den wichten Fragenkomplexen im deutschen Bergbau. Das Verst des Verfassers liegt darin, daß er für die zahlreichen gaben betriebs- und bergwirtschaftlicher Art, die auf r Grube zu lösen sind, durch allgemein gültige Beile erläuterte Leitlinien gibt, ohne sich hierbei ins zelne zu verlieren. Wichtig ist die Feststellung, daß artige Untersuchungen nur Wert haben, wenn sie planßig und über größere Zeiträume, eben wissenschaftlich, chgeführt werden, daß anderseits der Bogen aber auch t überspannt und unter großem Kostenaufwand für jede nste Vorrichtung eine Karteikarte aufgestellt wer- darf.
Das Buch, das der Verfasser selbst als einen Grundplan eichnet, behandelt in den einzelnen Kapiteln Umfang, derung und Verrechnung der Betriebsbuchführung, die riebsüberwachung durch Buchung und Berichte der veredenen Über- und Untertageabteilungen, die verschieen Arten der Untersuchung von Betrieb und Mensch ie die Auswertung und Prüfung der Untersuchungsergebe. Die verschiedentlich gebrachten Bemerkungen über führung gewisser Vordrucke oder Buchungsverfahren, i Monatsbericht schon 1909 bei de Wendel, ferner bei 17, 33 (S. 50), ähnliche Maßnahme auf Werk 21 a, 40, 45 54) usw., sind für den Außenstehenden unverständlich sollten bei einer Neuauflage durch Namensnennung Werkes ersetzt oder ganz weggelassen werden.
Als ganzes gibt das Buch in seiner kurzen, vielfach im grammstil gehaltenen Form dem Betriebsingenieur zahlhe wertvolle Anregungen; es wird für die richtige Durchung und Auswertung von wissenschaftlichen Betriebsrsuchungen gute Dienste leisten können. [E 1469]
Prockat

Gleichstrommaschine. 2. Bd.: Konstruktion, Berechnung d Arbeitsweise. Von J. L. la Cour. 3. Aufl. Berlin 27, Julius Springer. 714 S. m. 550 Abb. Preis 30 ℳ.

Der seit Jahren vergriffene zweite Band ist vollkommen bearbeitet worden. Die Einteilung des Stoffes ist im meinen die gleiche geblieben: Aufbau und Berechnung Gleichstrommaschine; Anlasser, Bremswiderstände, er; Reglung auf gleichbleibende Spannung und gleichenden Strom: Lade- und Pufferinrichtungen; Anlassen Regeln von Motoren. Der Stoff selbst hat wesentliche rungen erfahren. Die Festigkeitsberechnung der Anker Stromwender ist ausführlicher behandelt worden als r; ein neuer Abschnitt bringt Berechnung und Ent- der Welle. Die Vorausberechnung der Wendepole und tromwendung hat bedeutend an Klarheit und Kürze nnen. Bei der Behandlung der Anwendungsgebiete ist auf die Neuerungen der letzten Jahre Rücksicht genommen worden. Man hat oft das Ende der Verwendung von Gleichstrommotoren vorausgesagt; ihre vielseitige Verwendbarkeit läßt das aber in weite Ferne rücken. Insofern war die Neubearbeitung der vor 20 Jahren erschienenen zweiten Auflage eine Notwendigkeit, um so mehr, als der erste Band dieses grundlegenden Werkes Arnolds bereits 1919 in neuer Bearbeitung ebenfalls von la Cour herausgegeben wurde. [E 1452] Zn.

50 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877 bis 1927. Von E. Feyerabend. Herausgeg. vom Reichspostministerium. Berlin 1927. 231 S. m. 132 Abb. Preis 6 ℳ.

Das Buch beginnt mit dem Vortrage von Philipp Reis am 26. Oktober 1861 im Physikalischen Verein in Frankfurt a. M. Die damals vorgeführten Apparate waren zwar unvollkommen, aber sie waren zur Übertragung der Sprache wenigstens zum Teil brauchbar. Der Jahresbericht des Physikalischen Vereins 1860/61 sagt darüber: „Es war bis jetzt nicht möglich, die Tonsprache des Menschen mit einer für jeden hinreichenden Deutlichkeit wiederzugeben. Die Konsonanten werden größtenteils ziemlich deutlich reproduziert, aber die Vokale noch nicht im gleichen Grade."

Neuere Versuche mit den Reisschen Apparaten haben aber ihre Fähigkeit, die Sprache zu übertragen, ergeben. Das eigentliche Fernsprechwesen begann mit der Erfindung des Bellschen Hörers. Stephan war der erste, der diesen Bellschen Hörer in den öffentlichen Betrieb nahm. Am 19. November 1877 wurde angeordnet, daß 18 Postämter mit „Fernsprechern" (an Stelle des schwerer zu bedienenden Telegraphen) ausgerüstet werden sollten.

Die Denkschrift erläutert die technische Entwicklung der Vermittlungsstellen für Orts- und Fernverkehr, der Einrichtungen beim Teilnehmer, der Stromversorgungsanlagen und des Leitungsbaues. Alle Entwicklungsstufen werden durch sehr schöne Bilder von den ersten bis zu den allerneuesten Einrichtungen erläutert.

Der zweite Hauptteil bringt die Entwicklung des Ort- und des Fernverkehrs und geht auf die verschiedenen Betriebszweige ein. Der dritte Abschnitt, der kürzeste, gilt dem neuesten Zweig des Fernsprechwesens, dem drahtlosen Fernsprecher.

Unter dem Titel „Organisation und Verwaltung" wird zunächst der Aufbau der beteiligten Behörden geschildert, dann die rechtliche Stellung der Verwaltung an der Hand der verschiedenen Vorschriften, der Verfassungen und Gesetze. Es wird mitgeteilt, daß die Bemühungen der Verwaltung, die Leistungen des Personals zu steigern, erfolgreich waren. Mehrere Abschnitte über das Finanzwesen folgen: zuerst werden die Einnahmen berücksichtigt, wobei zu beachten ist, daß das Fernsprechwesen zur Zeit etwa ein Drittel der gesamten Posteinnahmen hereinbringt. Die Kapitalbeschaffung, die für das immer größere Beträge erfordernde Fernsprechwesen stets schwierig war, zeigt die allmähliche Loslösung der Postfinanzen von den übrigen Reichsfinanzen; den Einnahmen werden die Ausgaben gegenübergestellt, woran sich dann die Geschichte der Tarifbildung anschließt. Hier findet sich (Seite 186) der Grundsatz: „Das deutsche Fernsprechwesen ist von Anfang an nach dem wirtschaftlichen Grundsatz verwaltet worden, daß es sich selbst erhalten soll, d. h. daß die gesamten Betriebskosten durch die Einnahmen gedeckt werden."

Den Schluß der Denkschrift bildet eine Übersicht über die Bedeutung des Fernsprechwesens für Staat und Wirtschaft.

Das ganze Buch muß als eine klare, zuverlässige und weitreichende Unterlage für die Beurteilung des deutschen Fernsprechwesens gewertet werden. Solche Bewertungen müssen sich auf technische und wirtschaftliche Angaben stützen. Man spürt in jedem einzelnen Abschnitt, daß der Verfasser selbst in allen Zweigen des riesigen Unternehmens maßgebend mitgewirkt hat. Die Darstellung läßt überall das kräftig pulsierende Leben fühlen. Es ist gewiß nicht leicht, aus der 50jährigen Geschichte eines Milliardenbetriebes, der tief in das wirtschaftliche Leben von Staaten und Einzelpersonen eingreift, auf nur 231 Seiten gerade die maßgebenden Zahlen und die geschichtlich wichtigen Formen in allen Zweigen herauszuschälen. Zwischen den Zeilen kann man auch von vielen schweren Kämpfen lesen.

Jedermann, der sich mit dem deutschen Fernsprechwesen beschäftigt, sei er Techniker, Wirtschaftler oder Politiker, wird mit großem Gewinn diese Denkschrift seinen Überlegungen auf dem Gebiete des Fernsprechwesens zugrundelegen. Es gibt in der ganzen Welt keine Darstellung des Fernsprechwesens, die in so kurzer und doch alles Wichtige bringender Form alle Zweige des Fernsprechwesens von den Anfängen bis zu heutigen Entwicklung behandelt. Das Werk muß mit lebhafter Freude begrüßt werden.
[E 1453] Dr. Lubberger

Die deutsche Zement-Industrie. Herausgeg. von Dr. Riepert. Charlottenburg 1927, Zementverlag. 1099 S. m. 682 Abb. Preis 44 *M.*

Die deutsche Zementindustrie nimmt innerhalb unsrer gesamten Baustoffindustrie eine hervorragende Stellung ein und ist für den deutschen Außenhandel deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie eine der wenigen Industrien ist, die ausschließlich auf im Inland gewonnenen Rohstoffen beruhen. Sie ist gleichzeitig ein kennzeichnendes Beispiel für die glückliche Verbindung von technisch-wissenschaftlicher Forschung und kaufmännischem Unternehmungsgeist, der die deutsche Industrie ihre Blüte in der Zeit vor dem Kriege verdankte; konnte doch England, das Ursprungsland der Zementfabrikation, die dort freilich nur auf Erfahrung aufgebaut war, von der in den fünfziger Jahren entstehenden deutschen Zementindustrie infolge der emsig betriebenen wirtschaftlichen Forschungsarbeit und den hierauf fußenden, auf dem Weltmarkt allgemein anerkannten Normen bald überflügelt werden.

So finden wir eine lebhafte Ausfuhrtätigkeit der Zementindustrie, die im Jahre 1913 die Höchstmenge von 1 129 563 t erreichte, freilich im Überseegeschäft gegen die übrigen europäischen Länder und gegen die Zollschranken der britischen Kolonialreiche schwer erkämpft. Die Schwierigkeiten der Kriegs- und Nachkriegszeit, von denen nur der Kohlenmangel und das Daniederliegen der Bautätigkeit erwähnt seien, haben auch der Zementindustrie empfindliche Rückschläge gebracht. Die Zementerzeugung konnte aber im Jahre 1926 mit 5 949 864 t bereits wieder auf ⅘ der größten Vorkriegserzeugung im Jahre 1914 gebracht werden, und die Ausfuhr erreichte 968 291 t. Von Bedeutung ist hierbei besonders die Vervollkommnung der technischen Einrichtungen der Zementfabriken; die Mehrleistung je Arbeiter betrug gegenüber 1886 im Jahre 1913 236,7 vH, im Jahre 1926 368 vH.

Von dieser technischen und wirtschaftlichen Entwicklung gibt das anläßlich des 50jährigen Bestehens des Vereines Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten, dieser ältesten und größten technisch-wissenschaftlichen Organisation der deutschen Zementindustrie, herausgegebene Werk ein umfassendes und eindrucksvolles Bild. Der reiche Inhalt des umfangreichen Werkes, mit dessen Herausgabe sich Dr.-Ing. Riepert ein besonderes Verdienst erworben hat, kann an dieser Stelle nicht aufgezählt, geschweige denn kritisch beurteilt werden. Die Mitarbeit so angesehener Fachmänner wie Prof. Dr.-Ing. Quietmeyer am geschichtlichen, Geh. Komm.-Rat Dr.-Ing. E. h. Schott am technischen und Dr. Haegermann am wissenschaftlichen Teil beweist aber, daß wir es mit einer überaus wertvollen Veröffentlichung zu tun haben, an der in Zukunft niemand mehr wird vorbeigehen können, der sich eingehend über die deutsche Zementindustrie unterrichten will. [E 1448] F. Becker

Technisch-Physikalische Rundblicke. Von Dr. J. Gelfert. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 178 S. m. 196 Abb. Preis 4,80 *M.*

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den Schülern den Physikunterricht dadurch lebendig zu gestalten, daß er ihnen Beispiele für die Anwendung der physikalischen Kenntnisse vorführt. Zu diesem Zweck hat er in dem vorliegenden Buche 24 verschiedene kurze Abhandlungen aus verschiedenen Gebieten, z. B. über die Taschenuhr, den Kreiselkompaß, über Kabelherstellung, Fernmeldetechnik, Bildtelegraphie usw. zusammengestellt; die einzelnen Abschnitte haben Fachleute der betreffenden Gebiete bearbeitet.

Wenn auch das Buch nur einen kleinen Ausschnitt aus einem großen Gebiet bringen konnte, dürfte es doch geeignet sein, den physikalischen Unterricht in den Schulen lebendig und fesselnd zu gestalten. [E 1465] Pa.

Die Verwendbarkeit der Röntgenverfahren in der Technik. Von C. Kantner und A. Herr. Berlin 1928, VDI-Verlag. 78 S. mit 107 Abb. Preis 4,50 *M*, für Mitglieder des V. d. I. 4 *M.*

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 303. H.: **Der Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle.** Von Walter Lode. Berlin 1928, VDI-Verlag. 15 S. m. 12 Abb. Preis 2,50 *M*, für Mitglieder des V. d. I. 2,25 *M.*

Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung. Von K. Gottwein. 2. Aufl. Berlin 1928, VDI-Verlag. Preis 6 *M*, für Mitglieder des V. d. I. 5,40 *M.*

Fachpresse-Bücherei, 1. Bd.: **Vergleichende Versuche mit Langlochfräsern aus Kohlenstoff- und Schnellschnittstahl.** Von H. Kullmann. Heidelberg 1928, Fachpresse-Verlag Dr. Meißner. 36 S. m. 30 Abb. Preis 1,50 *M.*

Haushalt-Kältemaschinen. Von R. Plank. Berlin 19[28], Julius Springer. 96 S. m. 68 Abb. Preis 7,50 *M.*

Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellunge[n], 6. Bd.: **Energiespeicherung.** Von W. Pauer. Dresd[en] und Leipzig 1928, Theodor Steinkopff. 179 S. m. 57 Ab[b]. Preis 13,50 *M.*

Leitfaden der Technischen Wärmemechanik. Von W. Schü[le]. 5. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 323 S. m. 132 Ab[b]. Preis 9 *M.*

Über wärmetechnische Vorgänge der Kohlenstaubfeueru[ng]. Von Fritz Hinz. Berlin 1928, Julius Springer. 76 [S.] m. 28 Abb. Preis 7,50 *M.*

Brennstoff und Verbrennung. Von D. Aufhäuser. 2. [Aufl.] Berlin 1928, Julius Springer. 107 S. m. 13 Abb. Pr[eis] 4,20 *M.*

Die Brennöfen der Grob- und Feinkeramik und der Mört[el]industrie. Von Alfred Schmidt. Leipzig-Probsthei[da] 1928, Selbstverlag. 112 S. m. 90 Abb. Preis 4,50 *M.*

Die strenge Berechnung von Kreisplatten unter Einz[el]lasten. Von Wilhelm Flügge. Berlin 1928, Juli[us] Springer. 55 S. m. 25 Abb. Preis 5 *M.*

Die Grundlagen des Flugzeugbaues. Von O. P. Fuch[s]. Berlin 1928, Adler-Verlag. 146 S. m. Abb. Preis 9,15 [*M.*]

Flugzeugbau und Luftfahrt, 11. H.: **Gleitflug und Gle[it]flugzeuge.** Von F. Stamer und A. Lippisch. 1. [T.:] Konstruktion und praktische Flugversuche. Charlott[en]burg 1928, J. E. Volckmann Nachf. 62 S. m. 75 Ab[b]. Preis 2,50 *M.*

Wissenschaft und Wirtschaft, 2. Bd.: **Neuzeitlicher Straße[n]bau.** Bericht über den Straßentag in Troppau 1927. Z[u]sammengest. von A. Kühnel. Brünn 1928, Verlag d[es] „Hauptvereines deutscher Ingenieure i. d. Csl. Republi[k]". 96 S. Preis rd. 1,90 *M.*

Vom wirtschaftlichen Bauen. Herausgeg. von Rud. Stegmann. Dresden 1928, Oscar Laube. 167 S. m. 21 Ab[b]. Preis 6 *M.*

Wärmewirtschaftliches Bauen. Herausgeg. vom Württe[m]bergischen Wärmewirtschaftsverband e. V., Stuttgart 19[28], Dieck & Co. 40 S. m. Abb. Preis 1 *M.*

Abhandlungen zur praktischen Geologie u. Bergwirtschaf[ts]lehre. 15. Bd.: **Über die Bewertung von natürlichen G[e]steinen für bautechnische Zwecke.** Von Roman Greng[g]. Halle a. d. S. 1928, W. Knapp. 64 S. m. 8 Abb. u. 1 T[af]. Preis 6,60 *M.*

Die Kunststeine. Von Sigmund Lehner. Wien u[nd] Leipzig 1927, A. Hartlebens Verlag. 412 S. m. 79 A[bb]. Preis 9 *M.*

Der Eisenbahnoberbau im Deutschen Reich. Bearb. v[on] Heinrich Saller. Berlin 1928, Verlag d. Verkehrsw[is]senschaftlichen Lehrmittelgesellschaft b. d. Deutsch[en] Reichsbahn. 336 S. m. 143 Abb. Preis 15 *M.*

Permeazioni d'acqua e loro effetti nei muri di ritenuta. V[on] Oscar Hoffman. Milano 1928, Ulrico Hoepli. 125 [S.] m. Abb. Preis 15 Lire.

Tüten-, Beutel- und Papiersack-Fabrikation sowie i[hre] Nebenfächer. Von Heinrich Thümmes, senior. 2. A[ufl.] 1. Bd.: Berlin 1928, Verlag der Papierzeitung. 405 S. [m.] 193 Abb. Preis 15 *M.*

Gasschutz. Von Rumpf. Berlin 1928, Mittler & So[hn]. 94 S. m. 4 Skizzen u. 18 Abb. Preis 6 *M.*

Chemie in Einzeldarstellungen, Bd. 13: **Die Körperfarb[en].** Von Hans Wagner. Stuttgart 1928, Wissenschaftli[che] Verlagsgesellschaft. 516 S. m. 39 Abb. u. 6 Farben[taf]. Preis 36 *M.*

Die Extraktions-Apparate. Von Emil Schächter. Berlin 1927, Carl Pataky. 114 S. m. 42 Abb. Preis 3 [*M.*]

Abwasser-Hauskläranlagen. Von Wilhelm Teschn[er]. Berlin 1928, M. Teschner. 31 S. m. 50 Abb. Preis 2,50 [*M.*]

Leitfaden der Lichttechnik. Von W. Voege. Berlin 19[28], Julius Springer. 80 S. m. 47 Abb. Preis 4.50 *M.*

Grundlagen der Wechselstromtheorie. Von P. B. Art[hur] Linker. Berlin 1928, Georg Stilke. 245 S. m. 131 A[bb]. Preis 18 *M.*

Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Von Karl Streck[er]. 10. Aufl. Schwachstromausgabe. Berlin 1928, Jul[ius] Springer. 1137 S. m. 1057 Abb. Preis 42 *M.*

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechnik[er]. 15. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 819 S. m. A[bb]. Preis 14 *M.*

VDE, Fachberichte der 32. Jahresversammlung des Verb[an]des Deutscher Elektrotechniker in Kiel 1927. 133 S. [m.] Abb. Preis 10 *M*, für Mitglieder des VDE 6,50 *M.*

Handbook series of the bureau of standards, Nr. 3: **Natio[nal] electrical safety code.** 4. Ausgabe, Washington 1927, U[ni]ted States Government Printing Office. 525 S. Preis 1[…]

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates

am 15. März 1928 im Ingenieurhause, Berlin.

Verhandlungsleiter: Herr Wendt.

Anwesend:
vom Wissenschaftlichen Beirat die Herren Föttinger, Knoblauch, Köttgen, Petersen (Berlin), Plank;
vom Vorstand die Herren: Wendt, Bretschneider, Jucho, Nägel, v. Soden;
als Gäste die Herren: Präsident Schmidt-Ott und Prof. Stuchtey von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Dir. Lange vom Verband deutscher Maschinenbau-Anstalten, Prof. Nußelt, München;
von den wissenschaftlichen Ausschüssen: die Herren Füchsel, Hort, Jakob, von Mises;
die Vereinsdirektoren Hellmich und Matschoß;
von der Geschäftsstelle Herr Adrian.

Entschuldigt fehlen die Herren: von Bach, Goerens, Grießmann, Lippart, Möring, Prandtl, Schlesinger, Scholz, Steinmüller, de Thierry.

Vor Eintritt in die Tagesordnung gedachte der Vorsitzende des leider an der Teilnahme verhinderten Kurators und Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Beirates, Herrn Lippart. Der Wissenschaftliche Beirat sandte ihm folgende Drahtung:

„Vorstand und Wissenschaftlicher Beirat senden Ihnen herzlichste Grüße und wünschen von Herzen, daß Ihre Genesung weiter, wie bisher, fortschreiten möge."

Herr Matschoß gab einen Überblick über

die Entwicklung der technischen Forschungen

im vergangenen Jahre, soweit sie den Arbeitsbereich des Vereins deutscher Ingenieure berühren. Er führte nach einigen allgemeinen Gedanken[1]) über die Bedeutung technisch-wissenschaftlicher Forschung im einzelnen folgendes aus: Um einen gewissen Überblick über das ganze Gebiet, soweit es uns berührt, zu erhalten und um die einzelnen Aufgaben unter zusammenfassende Gesichtspunkte bringen zu können, möchte ich eine Einteilung zu Grunde legen, die wir vor einigen Jahren einmal aufgestellt haben, als wir im wissenschaftlichen Beirat nach der Zeit der Geldentwertung die Förderung von Forschungsarbeiten wieder mehr ins Auge fassen konnten. Danach können wir als zusammenfassende Stufen unterscheiden:

1. Grundwissenschaften, also z. B. mathematische, mechanische und ähnliche Untersuchungen;
2. Stoff und alles, was den Ingenieur vom Stoff als solchem berührt;
3. die Gestalt oder Form, d. h. eine dem bloßen Stoff übergeordnete Stufe der Betrachtung,
4. die Energie als eine noch höhere Stufe der Erscheinung;
5. den Menschen und die mit dem Begriff „Leben" zusammenhängenden Fragen.

In den

Grundwissenschaften

önnen wir zunächst auf die Arbeiten des Ausschusses ür Funktionentafeln hinweisen. Er hat unter der atkräftigen Leitung von Prof. Dr. v. Mises, Berlin, ein mfassendes Verzeichnis sämtlicher berechneten Funktionenafeln aufgestellt, das in unserem Verlag erschienen ist.)as Verzeichnis enthält genaue Angaben über alle bisher eröffentlichten Zahlenwerte der Besselschen elliptischen nd Kugelfunktionen mit Hinweis auf Quelle, Genauigkeit nd Zuverlässigkeit. Dadurch ist die Ausnutzung der oft ıühevollen im Schrifttum verstreuten Arbeit ermöglicht.

Weiter ist als Arbeit für die nächste Zeit auf Grund ines Vorschlages der Firma Junkers eine zusammenfassende 'bersicht über die neuere Entwicklung der mathematischen 'erfahren und die dabei in den letzten Jahrzehnten eingeführten und benutzten neuen Zeichen geplant. Man will amit in der Hauptsache den in der Praxis stehenden Inenieuren den zum Teil verlorenen Anschluß an die mathematische Wissenschaft wieder vermitteln.

Zu den Grundwissenschaften möchte ich auch die chaffung eindeutiger Begriffsbestimmungen rechnen. Unser Verein steht hier in enger Fühlung it dem Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen. In enger Zusammenarbeit mit diesem Ausschuß hat unser Schwingungsausschuß einen Entwurf einheitlicher Benennungen und Begriffsbestimmungen in der Schalltechnik ausgearbeitet. Weiter wurde von unserm Fachausschuß für Schweißtechnik eine Zusammenstellung einheitlicher Bezeichnungen und Formelzeichen für dieses Sondergebiet der Technik geschaffen, die vom Normenausschuß nach eingehender Berücksichtigung der Kritik aus der Praxis in das Normensammelwerk aufgenommen wurde (Dinormblatt 1910 bis 12). Desgleichen wurde der von unserem Ausschuß für Hydraulik aufgestellte Plan einheitlicher Benennungen in der allgemeinen Hydraulik in das Normensammelwerk aufgenommen (Dinorm 1331).

Zum Teil ist die Einigung über Grundbegriffe und die Festlegung anerkannter Begriffsbestimmungen außerordentlich mühevoll. Augenblicklich steht z. B. in unserem Fachausschuß für Staubtechnik lebhaft die Frage des Begriffes „Staub" zur Erörterung, wobei ich darauf hinweisen möchte, daß die von unserem Verein unterstützte Forschung zur Messung der Korngröße feinster Teile hierbei gute Dienste leisten wird. Ein eingehender Bericht über diese beachtenswerte Forschungsarbeit wird demnächst in unserer Vereinszeitschrift erscheinen. Weiter darf ich noch erwähnen, daß in verschiedenen unserer Ausschüsse einheitliche Festlegung von Begriffen, von Bezugsgrößen und Meßverfahren geplant oder vorbereitet sind. Zum Teil greifen diese Gemeinschaftsarbeiten über den Rahmen unseres Vaterlandes hinaus, zumal dann, wenn in einem Sondergebiet der Wissenschaft die Entwicklung der andern Länder unbedingt beobachtet werden muß.

Zu den Grundwissenschaften habe ich auch die Mechanik gezählt. Einige Aufgaben, deren Förderung der Wissenschaftliche Beirat sich angelegen sein ließ, griffen schon in die nächste von mir erwähnte Stufe, den Stoff, hinein. Hier sind zu nennen: Untersuchungen über die Dauerfestigkeit von Werkstoffen im Maschinenbau und im Hochbau[2]), über die Festigkeit geschweißter Eisenbauten[3]), weiter Vergleiche der Festigkeit von geschweißten Stücken mit derjenigen ungeschweißter Werkstücke[3]), Untersuchungen über die Elastizität von Maschinenbaustoffen und Maschinenteilen[4]), schließlich Dehnungsmessungen an Schiffskörpern und an Modellen.

In das Gebiet der Mechanik, z. B. der Festigkeitsuntersuchung von Werkstoffen gehören schließlich noch die Versuche, die im Institut von Prof. Dr. Rötscher, Techn. Hochschule Aachen, mit Unterstützung durch den Wissenschaftlichen Beirat über vergleichende Festigkeit verschiedener Ausführungsformen von Stangenköpfen[5]), kegeligen Kolben und dergl. gemacht wurden. Schließlich fällt die Tätigkeit unseres Ausschusses für mechanische Schwingungen ebenfalls zum Teil in diese beiden von mir genannten Stufen, Grundwissenschaften und Stoff. Hier sind die im Rahmen des Ausschusses laufenden Untersuchungen über die Dämpfungsfähigkeit von Stoffen aller Art (Stahl, Eisen, Metall, Glas, keramische Stoffe usw.) zu erwähnen, ferner Untersuchungen über die Beseitigung schädlicher Schwingungen in Fundamenten und im Erdboden, schließlich umfangreiche Versuchsreihen zur Klärung der Dauerfestigkeit von Werkstoffen bei Dreh-, Biegungs- und Longitudinalschwingungen[6]). Durch ein Preisausschreiben im Jahre 1925 erlangte der Schwingungsausschuß eine Übersicht und eingehende Kritik der vorhandenen Meßgeräte und Verfahren zur Messung mechanischer Schwingungen[7])[8]), vor allem an fertigen Bauwerken, z. B. Brücken.

In neuester Zeit hat der Schwingungsausschuß in Verbindung mit dem Magistrat der Stadt Berlin als Verwalter der sogenannten Zeitler-Zusatz-Stiftung ein Preisausschreiben zur Bekämpfung des Straßenlärms herausgebracht. Erwähnen möchte ich hier noch ganz besonders die Untersuchungen über Akustik, die in umfangreichster Weise Präsident K. W. Wagner vom Heinrich Herz-Institut eingeleitet hat und über die wir im Anschluß an meine Ausführungen Näheres hören werden. Auch will ich nicht versäumen, auf die große Bedeutung der Ende März d. Js.

[1]) s. a. VDI-Nachrichten vom 21. März 1928.

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 239.

[3]) Z. Bd. 70 (1926) Sonderheft „Schweißtechnik".

[4]) Nádái, Der bildsame Zustand der Werkstoffe, Berlin 1927, und Bergsträßer, Forschungsheft Nr. 302, Berlin 1928.

[5]) Mathar, Über die Spannungsverteilung in Stangenköpfen, Forschungsheft Nr. 306. [6]) Kühnel, Z. Bd. 71 (1927) S. 557. [7]) Steuding, Z. Bd. 71 (1927) S. 605. [8]) Kniehahn, Z. Bd. 71 (1927) S. 997.

in Darmstadt stattfindenden Schwingungstagung hinzuweisen, in der maßgebende Fachleute die Frage der Schwingung von Bauwerken, Brücken u. dergl. behandeln werden, sowie deren Messung.

Auf dem Gebiete der Strömungslehre, soweit sie als Grundlage zur Wassermessung dient, arbeitet der Deutsche Hydraulikausschuß (Wasserkraftwesen)[9], der am 3. und 4. Januar d. Js. in München neu gebildet wurde und in dem unser bisheriger kleinerer Hydraulikausschuß aufgegangen ist. In das Gebiet der Strömungslehre gehören auch die in Göttingen im aerodynamischen Institut durchgeführten planmäßigen Versuche über Winddruck auf Gebäudemodelle[10]), um deren Auswertung sich die uns nahestehende Gesellschaft für Bauingenieurwesen bemüht.

In Vorbereitung ist die Neufassung der Regeln für Leistungsversuche an Wasserturbinen. Hierbei sollen die Formeln und Verrechnungsgrößen für das metrische und englische Maßsystem nebeneinander gestellt werden. Geplant ist fernerhin ein Ausschuß für Strömungsmesser, der die vorliegenden Meßergebnisse sammeln und werten und einheitliche Bau- und Meßverfahren vorschlagen soll.

Die Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen, vom gleichnamigen Ausschuß bearbeitet, sind bis auf Kleinigkeiten fertiggestellt und werden nach endgültiger Annahme im VDI-Verlag erscheinen.

Für den Ausschuß für Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren hat Prof. M. Jakob seine Versuche der Mengenmessung mit Staurändern bis 1000 mm Dmr., die für alle Messungen großer Dampf- und Gasmengen wichtig sind, abgeschlossen.

Ein Forschungsheft über den Wasserumlauf in Dampfkesseln (von Cleve) befindet sich u. a. im Druck.

In Arbeit sind Versuche über Strömungsverhältnisse in Pumpenventilen und Ablösungsversuche an umlaufenden Wasserkraftmaschinen. Auf dem Gebiete der Wärmeforschung finden von Zeit zu Zeit Aussprachen der Fachleute statt, damit Doppelarbeiten vermieden werden. Untersuchungsergebnisse liegen vor über Wärmeleitung und Abbrand bei feuerfesten Steinen (Handschrift noch nicht eingegangen) und über Wärmemessungen an der Azetylenschweißflamme, darüber wird in der Fachsitzung „Schweißtechnik" in Essen berichtet werden.

In Arbeit sind Versuche über die Verdampfungswärme des Wassers bei mehr als 10 at, über den Wärmeübergang heißer Luft an Rohre, die spezifische Wärme des Wasserdampfes bei Höchstdruck und von Gasen bei konstantem Volumen, über Gesamtstrahlung von Kohlensäure und Wasserdampf bei hohen Temperaturen, selektive Strahlung dieser Gase, Wärmeleitfähigkeit der Metalle bei hoher Temperatur, Verbrennungsvorgänge auf dem Rost von Dampfkesseln, Vergleichsversuche bei der Kondensation von überhitztem und gesättigtem Wasserdampf, Versuche über das Klopfen von Vergasermotoren u. a.

Geplant sind Versuche über die Messung großer Dampfmengen. Mit der American Society of Mechanical Engineers sollen jeweils die Ergebnisse der Arbeiten schnell ausgetauscht werden[11]).

Stoff

Die vom Verein deutscher Ingenieure in Zusammenarbeit mit andern wissenschaftlichen Vereinen Ende vorigen Jahres durchgeführte Werkstofftagung hatte die Aufgabe, uns den heutigen Stand der Kenntnisse vom Werkstoff, und zwar beschränkt auf Stahl und Eisen, die Nichteisenmetalle und die elektrotechnischen Isolierstoffe zu geben. Aufgabe ist es nun, Erzeuger und Verbraucher zu gemeinsamer Arbeit zusammenzuschließen, um wichtige Fortschritte der Technik, die vom Werkstoff abhängig sind, zu erreichen. Beim V. d. I. wurde am 2. März 1928 ein Werkstoffausschuß gegründet, dem folgende Aufgaben zufallen:

1. Lehren (Verbreitung der Kenntnisse von den verschiedenen Werkstoffen durch Vorträge und Unterrichtskurse in den Bezirksvereinen und ADB-Gruppen),
2. Mitarbeit an den andern Werkstoff-Fachausschüssen der Verbände (Erzeuger und Verbraucher),
3. Forschung (planmäßige Durchführung und Klärung von Arbeiten, die sowohl Erzeuger als auch Verbraucher angehen).

Zu den einzelnen Werkstoffen ist zu bemerken, daß hier auf Eisen und Stahl nicht weiter eingegangen werden soll, da die Eisenhüttenleute und das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung eingehende und planmäßige Untersuchungen durchführen. Zu erwähnen ist nur, daß in der Zeitschrift des Vereines in dem letzten Jahr einige grundlegende Arbeiten, z. B. „Das Eisen-Kohlenstoffdiagramm"[12]), „Der Einfluß des Sauerstoffes im Stahl"[13]) und „Das Verhalten von Stahl bei hohen und tiefen Temperaturen"[14]) zusammenfassend nach dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse behandelt worden sind. Die Metallkunde ist im vorigen Jahr besonders durch die Dauerbruchtagung[15]) hervorgetreten, an der nicht nur die Eisen- und Metallfachleute, sondern Maschinenbauer, Schiffbauer und das Gewerbe sich beteiligt haben. Die Tagung beschäftigte sich mit dem Wesen der Ermüdungserscheinungen, Versuche ihrer Erklärung, Feststellung der sogenannten Dauerfestigkeit und Mittel zur Vermeidung, ferner mit den Mitteln zur Verhinderung der Dauerbrüche. Beabsichtigt ist, im April d. J. eine Röntgentagung auf breiter Grundlage zu veranstalten, um einen Überblick zu geben, wie weit die Röntgenforschung ein Mittel der Werkstoffprüfung und -forschung geworden ist.

Von besonderer Bedeutung für die Kenntnis von unsern Werkstoffen ist die Festlegung der Begriffsbestimmungen. Die hierher gehörenden Arbeiten, z. B. die Klärung der Härte, der Elastizität usw. werden vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen in der Technik (DVM) in Zusammenarbeit mit dem Internationalen Verband durchgeführt. Man hat das Gesamtgebiet der Werkstoffe in vier Gruppen eingeteilt: Metalle, nichtmetallische anorganische Stoffe, organische Stoffe und Fragen von allgemeiner Bedeutung. Besonders die Klärung allgemeiner Fragen wird vom DVM durchgeführt. Weitere besonders wichtige Fragen sind Verschleiß und Korrosion der Werkstoffe. Vielseitig ist auch das Gebiet der Schmiermittel, bei dem es sich darum handelt, physikalische und chemische Grundlagen zur Lösung des Schmierproblems zu schaffen.

Auch im Bauwesen ist man jetzt dazu übergegangen, die Werkstoffe und ihr Verhalten nicht mehr aus der Erfahrung heraus zu beurteilen, d. h. wie sich die Werkstoffe bei jahrelangem Einbau bewährt haben — der Zeitraum erstreckt sich hierbei u. U. auf eine sehr lange Zeit—, sondern planmäßige Versuche durchzuführen. So untersucht man die Feuersicherheit von Hochbaustoffen, den Verschleiß von Straßenbaustoffen, die zuletzt genannte Untersuchung in Zusammenarbeit mit der Studiengesellschaft für Kraftwagen-Straßenbau, mit den Straßenbaulaboratorien und dem DVM; in Sonderfällen, z. B. bei Schlackenpflastersteinen, auch mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute; ferner die Eigenschaften der Bekleidungsstoffe, von Holz. Der Ausschuß für Baugrundforschung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen hat ein Merkblatt für Probenahme bei Bodenuntersuchungen fertiggestellt. Geplant sind die Arbeiten über die einheitliche Benennung der Bodenarten; die Verschiedenartigkeit in der Bezeichnung ist bei der Vergebung von Bauten sehr nachteilig. Ferner sind geplant Untersuchungen der Übertragung von Schwingungen von der Straße durch den Boden auf die Gebäude, Versuche über Korngröße im Beton. Diese Untersuchungen sind für den norddeutschen Betonbau von besonderer Bedeutung, da häufig statt Flußkies Splitt vorgeschrieben wird.

Auf dem Gebiete des Schweißens harren in stofflicher Beziehung noch eine große Reihe von Aufgaben der Lösung; um die Schweißung auch im Dampfkesselbau, Schiffbau usw. zur Anwendung zu bringen, ist es für die Abnahme der geschweißten Teile notwendig, ein Prüfgerät zu finden, mit dem man ohne Zerstörung der fertiggestellten Arbeit die Güte beurteilen kann. Hier scheint ein Mittel die Röntgenforschung zu geben. Man ist bei der Durchbildung eines beweglichen Gerätes. Zahlreiche Untersuchungen von ausgeführten Schweißarbeiten mittels der Röntgenstrahlen sind durchgeführt und werden ihren Niederschlag in einer Forschungsarbeit finden (Kantner und Herr, Wittenberge). Einige durchgeführte Arbeiten sind bereits in der Zeitschrift des Vereines[16]) veröffentlicht. Besonders wichtig ist hier nun noch bei der Verbundschweißung das Zusatzmaterial, mit Hilfe dessen der Lichtbogen stetig gemacht wird. Beim Gasschweißen sind von besonderem Einfluß natürlich die Brenngase, die Größe ihrer Verunreinigung, die Maßnahmen gegen Unfälle. In Deutschland hat man erfolgreiche Arbeiten durchgeführt, um gelöstes Azetylen mit Sicherheit in Flaschen befördern zu können. Bei der Auftragschweißung ist von besonderem Einfluß, daß ungleichmäßiges Abkühlen des aufzutragenden Werkstoff gegenüber dem Grundwerkstoff vermieden wird.

[9]) VDI-Nachrichten 1928 Nr. 4.
[10]) Jahrbuch 1927 der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen.
[11]) Vergl. a. Dorgerloh, Z. Bd. 71 (1927) S. 703 u. 851 Jakob. Z. Bd. 71 (1927) S. 1435.
[12]) Hanemann, Z. Bd. 71 (1927) S. 245.
[13]) Oberhoffer, Z. Bd. 71 (1927) S. 1569.
[14]) Pomp, Z. Bd. 71 (1927) S. 1497.
[15]) Die Vorträge der Tagung sind im Februarheft der Z. f. Metallk. 1928 veröffentlicht.
[16]) Kantner u. Herr, Z. Bd. 71 (1927) S. 571.

Man hat versucht, die Bewährung der Anstrichstoffe durch Kurzprüfverfahren oder Schnellprüfverfahren zu untersuchen. Die Güte dieser Prüfungen wird jedoch angezweifelt, da sie vielfach nicht der Wirklichkeit entspricht. Ähnlich liegt es ja auch bei der Prüfung der Dauerfestigkeit, die man ebenfalls mit Hilfe der Kurzprüfung festzustellen versucht. Einzelne Arbeiten, die auf dem Gebiete der Anstrichstoffe behandelt werden, betreffen die Zersetzbarkeit der Stoffe selbst und den Einfluß der Anstrichstoffe auf die zu schützenden Stoffe. Von Bedeutung ist hier z. B. die Wasserdurchlässigkeit, ferner die Frage der Kornfeinheit der Anstrichstoffe bei Öl und bei Zellulosefarben (mit der Farbspritzpistole aufgetragen).

Um einige Zahlen über den Umfang der in der Zeitschrift des V. d. I. veröffentlichten Arbeiten zu nennen, die Werkstofffragen behandeln, so sind dies für das Jahr 1926 10 vH des Umfanges und 1927 16 vH des Gesamtumfanges des Jahresbandes.

Form

Die Form ist in hohem Maß abhängig vom Stand der Fertigung, deshalb ist enge Zusammenarbeit zwischen Konstruktionsbureau und Betrieb erforderlich. Zur Förderung dieser Zusammenarbeit dient die Vortragsreihe der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB), Ortsgruppe Berlin, Winter 1927 „Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung". In Fortsetzung der hiermit begonnenen Arbeit beginnen Ende März 1928 Kurse und seminaristische Übungen zur Fortbildung von Konstrukteuren, veranstaltet von der ADB, (dies greift ein in das Arbeitsfeld des neuen „Ausschusses für das Fortbildungswesen für Ingenieure"). In den Kursen soll an der Hand ausgewählter Beispiele des Maschinenbaues das konstruktive Denken der Teilnehmer geschult, die Kritik geweckt und Verständnis für die Anforderungen der Werkstätten geschaffen werden. Die wirtschaftlichen Einflüsse dieser Maßnahmen können sehr groß sein, da in Deutschland über drei Viertel aller Ingenieure in der Einzelfertigung beschäftigt sind und in Betrieben für Einzelfertigung die Konstrukteurgehälter bis 100 vH der Werkstattlöhne betragen.

Auf die Anwendung neuer Bearbeitungsverfahren sind behördliche Vorschriften von großem Einfluß, zum Teil hemmend, z. B. beim Schweißen im Schiffbau.

Untersuchungen sind im Gange über Rechnungsgrundlagen für fein gegliederte Holzkonstruktionen und deren Feuersicherheit, ferner über Ketten, über die Anwendung von Profilstäben und Rohren bei geschweißten Konstruk-ionen (Anlehnung an den Flugzeugbau).

Zum Teil fertigestellt sind Untersuchungen über Ein-luß von Kühlung und Schmierung auf die Schneidleistung z. T. in der AWF-Schrift 1928 von Prof. Gottwein ver-ffentlicht).

Geplant sind vom Ausschuß für Maschinen-rbeit Richtwerte für Fräsarbeit (Spanquerschnitt, Schnitt-eschwindigkeit usw. abhängig vom Werkstoff und Werk-eug, Werkzeugmaschinenblätter Toussaint).

Der Auschuß für Getriebelehre ist bestrebt, zwischen den einen Wissenschaftlern der Kinematik und der Praxis durch ussprache auf Tagungen Verbindung herzustellen und zu alten. Ich verweise auf die Tagung in Dresden, Oktober 926[17]). Die praktische Seite bearbeitet der Ausschuß für irtschaftliche Fertigung (AWF) durch Herausgabe seiner etriebeblätter. Unser „Ausschuß für Maschinen-lemente" hielt eine Tagung im Juli 1927 in Erfurt ab[18]). n Vordergrund standen Konstrukteurfragen.

In der Fertigung bemerkt man heute vielfach einen bergang von bisheriger Handwerksferti-ung auf Ingenieurtätigkeit und Ingenieur-enken, z. B. beim Anstrich, Galvanisieren, Schleifen von ahlwaren, Schweißen. Dementsprechend geht die innere mstellung von Arbeitern und Ingenieuren vor sich. Durch esen Übergang ergeben sich viele Aufgaben für Erfor-hung der bisher handwerkmäßig betriebenen Vorgänge auerhaftigkeit von Anstrichen, Anstrichgeräte, Festigkeit r Schweißung, Umhüllungen von Schweißstäben usw.).

Energie

Der Deutsche Dampfkesselausschuß hat letzten Jahr Ergänzungen zu den Werkstoff- und uvorschriften für Landdampfkessel herausgegeben und Er-uterungen dazu, die am 1. Januar 1928 in Kraft getreten d. Die neuen Vorschriften für Schiffsdampf-sel sollen am 1. Januar 1929 in Kraft treten. Beide rschriften berücksichtigen die neueren Fortschritte der chnik. In Zweifelsfällen über die Anwendung der Vor-riften soll die Entscheidung eines Auslegungs-Ausschus-des DDA herbeigeführt werden. Unser Ausschuß für Dampfkesselwesen im Verein deutscher Ingenieure fördert zur Zeit Versuche über Fragen der Steinkohlen- und Braunkohlenfeuerung, namentlich Verbrennung auf dem Rost. Der Speisewasserausschuß läßt Versuche über kali- und laugenhaltiges Speisewasser und ihren Einfluß auf Kessel, Werkstoff und Betrieb durchführen[19]).

Es wurden weiter Richtlinien für die Auswahl der Werkstoffe und den Bau von Speisewasser-Vorwärmern abgeschlossen und den Länderregierungen vorgelegt. Erwähnen möchte ich auch noch den Entwurf für Betriebsvorschriften für Rauchgasvorwärmer. Der Ausschuß hat weiter Vorschläge für Betriebsvorschriften für Dampfkesselwärter gesammelt und den Überwachungsvereinen zur Bearbeitung zugestellt. Ebenfalls wurden von ihm Richtlinien für die Ausbildung von Ingenieuren im Dampfkesselwesen aufgestellt, die dem deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen zur Weiterbearbeitung übergeben wurden. Im Indikatorenausschuß konnte die Festlegung von Prüfbestimmungen für Indikatoren erörtert werden; es wurden Vorschläge hierzu ausgearbeitet. In Angriff genommen wurde der Ausbau unserer Richtlinien für Kaminkühler, nachdem jetzt eine mehrjährige Erfahrung über die Bewährung vorliegt. Diese Richtlinien sollen ebenfalls zu „Regeln" entwickelt werden.

Die Aussprache in der Fachtagung „Verbrennungskraftmaschinen" während der Hauptversammlung 1927 führt in ihrer weiteren Auswirkung zu einer völligen Umgestaltung der Regeln für Verbrennungsmotoren. Der Abschluß des Entwurfes ist im Sommer d. Js. zu erwarten. Außer diesen eigenen Ausschußarbeiten sind noch die Arbeiten zu nennen, bei denen unser Verein zusammen mit andern Organisationen arbeitet, z. B. mit dem deutschen Kälteverein an den Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen und -anlagen und mit dem Reichskohlenrat an Regeln für Kohlenstaubmühlen. Auf dem Gebiete der Energieerzeugung hat sich der Verein eingehend mit den Fragen des Dampfdruckes der Kesselbaustoffe und der Einflüsse des Speisewassers beschäftigt (s. a. Programm der Hauptversammlung 1928[20]). Der Entwicklung des schnell laufenden Dieselmotors ist ein Vortrag auf dieser Hauptversammlung gewidmet. Für die Weltkraftkonferenz, an der unser Verein maßgebend beteiligt ist, wurden zur diesjährigen Brennstofftagung in London (Fuel Conference) die von den Organisationen vorgeschlagenen 16 Vorträge[21]) vorbereitet. Außerdem werden von uns die Vorarbeiten für die Vollkonferenz geleistet, die im Jahre 1930 in Deutschland stattfinden soll.

Mensch

Für die Ausbildung und Fortbildung bleiben wir in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen bemüht. Ich erwähne z. B. die Richtlinien für die Ausbildung der Ingenieure im Dampfkesselwesen. Neu gebildet wurden im letzten Jahre der Ausschuß für das Fortbildungswesen der Ingenieure. Es wurde ein Sammelwerk eingeleitet, das die Bezeichnung „Werkstoff-gerechtes Konstruieren" trägt.

Die Fragen der Menschenbehandlung beginnen stärker zu werden als die der Behandlung der Werkstoffe und Maschinen[22]). Die Unfallverhütung, besser positiv ausgedrückt: Steigerung der Sicherheit, gewinnt ständig an Bedeutung, ideell und wirtschaftlich, da die jährlichen Vergütungen und Renten für Unfälle und ihre Folgen in Deutschland kapitalisiert mehrere Milliarden betragen würden. Der wirkliche wirtschaftliche Nachteil durch Ausfall an Arbeitern in den Betrieben usw. wird auf den drei- bis vierfachen Betrag geschätzt. Auf den Einfluß des Menschen auf die Unfälle (Leichtsinn, Unachtsamkeit usw.) sind ¾ bis ⅘ aller Fälle zurückzuführen, gegenüber dem unabwendbarer Ereignisse. Hier ist aufklärende Zusammenarbeit aller Beteiligten erforderlich und aussichtsreich. Unsere Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure arbeitet zusammen mit den Berufsgenossenschaften; ferner mit dem sozial-hygienischen Untersuchungsamt Frankfurt a. Main über die physiologischen Einflüsse der Arbeit und der Arbeitsverhältnisse auf den Menschen, ferner mit der Gesellschaft für Gewerbehygiene, z. B. über Lärmschwerhörigkeit.

Von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure wird weiter eine Zusammenstellung über die gesetzliche Verantwortlichkeit der Betriebsleiter und Betriebsingenieure bei Unfällen geplant.

[17]) Z. Bd. 71 (1927) S. 163.
[18]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1200.

[19]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1654. [20]) Z. Bd. 72 (1928) S. 687.
[21]) Z. Bd. 72 (1928) S. 164 und 220.
[22]) s. z. B. Schwab, „Human Engineering" und Giese, Entwicklungslinien der Arbeitswissenschaft, „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) Heft 4.

Über die im letzten Jahr abgeschlossenen, die noch in Arbeit stehenden und die neuangeregten Forschungsarbeiten möchte ich mich hier nicht eingehend äußern, sondern auf die den Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirates Anfang dieses Monats zugesandte Zusammenstellung verweisen. Die Versuchsergebnisse werden im allgemeinen als Forschungsheft oder Aufsatz in einer unserer Zeitschriften, insbesondere in der Hauptzeitschrift veröffentlicht.

Der Verein deutscher Ingenieure hat bei den von ihm geförderten Arbeiten die Absicht verfolgt, einerseits bei den Wissensgebieten die Kenntnisse durch Forschungen zu erweitern, bei denen ein dringendes Befürfnis der Technik vorlag, anderseits die Gemeinschaftsarbeit und damit das Voranschreiten der Technik zu fördern. Dies galt besonders für diejenigen Gebiete, die aus dem handwerklichen Zustand in den Tätigkeitsbereich der Ingenieure unter unsern Augen hineinwuchsen. Um einige zu nennen, denen wir unsere Aufmerksamkeit zuwenden, erwähne ich die Anstrichtechnik, die ja bekanntlich außerordentlich weite Kreise zieht. Ferner das neuzeitliche Schweißen, mit dem in der einen oder andern Form allmählich jeder Ingenieur einmal in Berührung kommt, schließlich die neuzeitliche Schmiedetechnik. Durch die intensive Arbeit im Ausschuß für Wärmeforschung bekundet der Verein deutscher Ingenieure bereits, welchen Wert er auf die Förderung dieses Gebietes legt. Zur Durchführung notwendiger wissenschaftlicher Arbeiten fehlen aber in Deutschland zum Teil die erforderlichen Einrichtungen an den vorhandenen Forschungs-Instituten. Auf Anregung von Mitgliedern des Kuratoriums der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und nach Fühlungnahme mit einem großen Teil der in Frage kommenden Industrie hat daher der Verein Anfang dieses Jahres eine Eingabe an den Reichsinnenminister gerichtet, worin dringend gebeten wird, an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt das Wärmetechnische Laboratorium soweit auszubauen, daß die infolge der Entwicklung zum Hochdruckdampf dringend notwendigen Versuche ausgeführt werden können. Die Eingabe hat folgenden Wortlaut:

> „Der Verein deutscher Ingenieure hat seit Jahrzehnten immer erneut gefordert, daß die wärmetechnische Forschung an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt stärker gepflegt werden sollte. Diese Forderung wurde durch hervorragende Mitglieder des Vereins im Kuratorium der Reichsanstalt, wie C. von Bach und C. von Linde, dauernd unterstützt. Im vorigen Jahre hat Professor Nußelt, München, in der Sitzung des Kuratoriums der Reichsanstalt den Antrag gestellt, das Wärmetechnische Laboratorium der Reichsanstalt weiter auszubauen. In einem Schreiben vom 25. Juni 1927 gibt er dem Verein deutscher Ingenieure davon Kenntnis und teilt mit, daß in der Reichsanstalt der Entwurf eines Neubaues für das Laboratorium ausgearbeitet worden sei; er bittet uns im Interesse der Technik, diese Angelegenheit bei der Reichsregierung zu unterstützen.
>
> Um uns ein Bild von der Einstellung der Industrie zu dieser Forderung zu machen, haben wir eine kleine Rundfrage an einige uns nahestehende Firmen gerichtet, von der wir einen Durchschlag beifügen. Auf dieses Rundschreiben haben bisher über 30 Firmen geantwortet, die dem Plan fast sämtlich grundsätzlich, zum Teil sehr energisch, zustimmen und von denen etwa die Hälfte sich auch zu einer finanziellen Unterstützung bereit erklärt hat.
>
> Im Gegensatz zur Elektrotechnik ist in der Wärmetechnik die industrielle Entwicklung auf vielen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung weit vorausgeeilt und heute liegt die Gefahr vor, daß diese Entwicklung durch den fühlbaren Mangel an wissenschaftlichen Unterlagen gehemmt wird.
>
> Wir glauben, daß bei entsprechender Bereitwilligkeit des Reiches, auf diesem wichtigen Gebiet der wissenschaftlichen Forschung helfend einzugreifen, sich auch industrielle Kreise, die die Bedeutung dieses Gebietes vollständig übersehen, bereitfinden werden, finanzielle Beiträge zu leisten."

Es steht zu erwarten, daß die beteiligte Industrie einen nennenswerten Anteil der entstehenden Kosten aufbringen wird. Zum Nutzen der deutschen Ingenieure und damit der deutschen Wirtschaft ist dringend zu hoffen, daß auch das Reich die Notwendigkeit der Anlage erkennt.

Im Anschluß an den Bericht nahm der Wissenschaftliche Beirat von dem Fortgang der raumakustischen Forschungen Kenntnis, die vor zwei Jahren von Prof. Michel, Hannover, im Schwingungsausschuß angeregt wurden und die unter Leitung von Präsident K. W. Wagner, Berlin, ausgeführt werden. Die bisherigen Arbeiten waren darauf gerichtet, zunächst wirklich saubere Versuchsbedingungen zu erhalten und die mannigfachen Störungen auszuschalten. Die Schaffung einer einwandfreien Versuchsordnung und die Entwicklung einer geeigneten Apparatur sowohl für die Schallerzeugung wie für die Schallmessung wurde im wesentlichen durchgeführt. Es steht zu erwarten, daß die nunmehr beginnenden Meßreihen an den verschiedenen Versuchstoffen die Beantwortung der offenen Fragen in der Raumakustik bringen werden.

Hr. Nägel sprach sodann über die

Arbeiten der Notgemeinschaft

auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet. Die Bedeutung der Notgemeinschaft für die Forschungen in der Technik verdankt sie dem stets verständnisvollen und anregenden Wirken ihres Präsidenten. Der Verein deutscher Ingenieure stellt mit Befriedigung und Dank fest, daß das Zusammenarbeiten der verschiedensten wissenschaftlichen Gebiete heute im Rahmen der Notgemeinschaft viel mehr unter dem Grundsatz der Gleichberechtigung vor sich geht, als es vor Gründung der Notgemeinschaft der Fall war. Es wäre für die Förderung der wissenschaftlichen Forschungen ein schwerer Verlust, wenn die heute von der Regierung durch die Notgemeinschaft bereitgestellten Mittel etwa unmittelbar und ohne Fühlung untereinander von der Regierung an die einzelnen Verbrauchstellen gegeben würden. Die zusammenfassende Förderung notwendiger Forschungen auf allen Gebieten muß auch dann erhalten bleiben, wenn einmal die schwere Not, die zur Schaffung der Notgemeinschaft führte, nicht mehr auf uns lasten sollte. Für die Erledigung der Anregungen und Anträge auf Förderung wissenschaftlicher Arbeiten hat die Notgemeinschaft eine Reihe von Ausschüssen, in denen von Zeit zu Zeit ein Überblick über die Entwicklung der Wissenschaften und die noch vorliegenden Aufgaben gegeben wird. Solche Ausschüsse bestehen z. B. für Metallforschung, Wärmeforschung, Elektrotechnik, Strömungsforschung, Silikatforschung, weiter für Raumakustik und Schallausbreitung, für angewandte Geophysik und Geologie, für Betriebswissenschaft, Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft, für Höhenflug u. a. Besonderer Dank gebührt der Notgemeinschaft auch dafür, daß sie für den Nachwuchs wissenschaftlicher Forscher Sorge trägt, der gerade in der Technik besondere Bedeutung hat.

Hr. Hellmich gab einen Überblick über

die fachliche Gliederung des Vereins deutscher Ingenieure.

Es bestehen

1. Zwanglose Zusammenkünfte von Forschern neuer Fachgebiete.

Sie haben nicht die Gestalt eines festen Ausschusses mit regelmäßigen Sitzungen und vom Vorstand berufenen Obleuten, sondern es werden je nach Bedürfnis Zusammenkünfte veranlaßt. Solche Zusammenkünfte haben stattgefunden für die Gebiete: Getriebelehre, Dieselmaschinen, Hydraulik, Dehnungsmessung, Maschinenelemente.

2. Wissenschaftliche Arbeitsausschüsse, die vom Wissenschaftlichen Beirat mit einem bestimmten Obmann eingesetzt sind zu dem Zweck, ein vom Wissenschaftlichen Beirat genehmigtes Programm durchzuführen. Ihre Tätigkeit erstreckt sich im wesentlichen auf die wissenschaftlichen Grundlagen der Technik.

Es bestehen zur Zeit: Ausschuß für Wärmeforschung, Obmann Herr Jakob, Ausschuß für Schwingungen, Obmann Herr Hort, Ausschuß für Funktionentafeln, Obmann Herr v. Mises.

3. Fachausschüsse, die vom Vorstand eingesetzt sind und einen beschränkten Kreis von Sachverständigen umfassen; sie behandeln neben Problemen der reinen Wissenschaft auch Fragen der Erfahrung und technischen Wirtschaftlichkeit.

Zur Zeit bestehen: Fachausschuß für Schweißtechnik, Obmann Herr Füchsel, Fachausschuß für Anstrichtechnik, Obmann Herr Ellerbeck, Fachausschuß für Schmiedetechnik, stellvertretender Obmann Herr Seidler, Fachausschuß für Staubtechnik, Obmann Herr Barkow, Deutscher Hydraulikausschuß, Obmann Herr Galland, Fachausschuß Dampfkesselwesen, Obmann Herr Eberle, Fachausschuß Werkstoffe, Obmann Herr Kühnel, Fachausschuß Maschinenarbeit, Obmann Herr Kronenberg.

Ausschüsse für Leistungs- und Abnahmeversuche: Ventilatoren und Kompressoren, Obmann Herr Stach, Dampfanlagen, Obmann Herr Doerfel, Dampfturbinen, Obmann Herr Josse, Gasmaschinen und Gaserzeuger, Obmann

err Nägel, Wasserkraftmaschinen, Obmann Herr Galand, Kreiselpumpen, Obmann Herr Pfleiderer, aminkühler, Obmann Herr Hübscher, Wärme- und älteschutzstoffe, Obmann Herr Hencky.

In Bildung begriffen: Fachausschuß Textilchnik.

4. Fachgruppen,

e in Gestalt von Arbeitsgemeinschaften sämtliche Induriezweige horizontal durchlaufende Grundwissenschaften ehandeln.

Sie sind zum Teil in Ortsgruppen gegliedert und geatten auch Nichtmitgliedern Zutritt als Mitarbeiter.

Es bestehen: Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsgenieure, Vorsitzender Herr Köttgen, Arbeitsgemeinhaft Technik in der Landwirtschaft, Vorsitzender Herr uths, Fachgruppe für Vertriebstechnik, Vorsitzender err Peiser.

In Bildung begriffen: Fachgruppe für hausirtschaftliche Technik, Fachgruppe für Verkehrstechnik, achgruppe für Biotechnik und Biologie.

it dem V. d. I. in engster Zusammenarbeit stehende wissenschaftliche Körperschaften,

e zur Zeit mit ihm durch Personalunion verbunden sind: eutsche Gesellschaft für Metallkunde, Deutsche Gesellhaft für Bauingenieurwesen, Deutscher Ausschuß für chnisches Schulwesen, Technisch-Wissenschaftliche Lehrittelzentrale, Deutscher Normenausschuß, Deutscher Verind für die Materialprüfungen der Technik.

Hr. Adrian berichtete über den Stand der

Forschungsarbeiten,

e mit Unterstützung des V. d. I. in dem verflossenen Jahre urchgeführt wurden. Es wurde an 64 Versuchsreihen gebeitet, von denen im Berichtsjahre 26 abgeschlossen wern konnten. Der Stand war Anfang 1928 folgender:

. Im Jahre 1927 abgeschlossene Versuche

. Raisch, München: Wärmeleitung und Abbrand feuerfester Steine bei mehr als 500 °C.
Bisher als Vortrag bekanntgegeben.

. Esau, Jena: Dämpfungsmessungen in Baustoffen des Maschinenbaues.
Als Vortrag vorbereitet.

. Preisausschreiben: Kritische Übersicht der Schwingungsmethoden.
Vortrag; im Druck als Buch.

. Rimarski, Berlin: Versuche über Reinheitsgrad der Gase bei Gasschmelzschweißung.
In Vorbereitung als Buch.

. Knoblauch, München: Wasserumlauf in Dampfkesseln.
Im Druck als Forschungsheft.

. Rötscher, Aachen: Festigkeit von Schubstangenköpfen.
Im Druck als Forschungsheft.

Flügel, Danzig: Strömungsversuche an Krümmern.
Im Druck als Forschungsheft.

Pfleiderer, Braunschweig: Versuche mit Kreiselpumpen und Kreiselverdichtern.
In Vorbereitung als Forschungsheft.

Malkin, Berlin: Literaturverzeichnis der Besselschen und elliptischen Funktionen.
Erschienen als Heft.

Kantner, Wittenberge: Bedingungen für die Umhüllungen der Schweißstäbe.
Erschienen als Aufsatz.

Betz, Göttingen: Winddruckmessungen an Modellen.
Erschienen als Aufsatzfolge.

Schlesinger, Charlottenburg: Dreh- und Schnittversuche.
Als Vortrag bekanntgegeben.

Jakob, Charlottenburg: Messung großer Gasmengen.
In Vorbereitung als Forschungsheft.

Föppl, Braunschweig: Dämpfungsfähigkeit von Baustoffen.
Im Druck als Forschungsheft.

Burchartz, Dahlem: Bestimmung der Korngröße feinster Teilchen.
Als Vortrag bekanntgegeben. Im Druck als Aufsatz.

Hilliger, Berlin: Ölprüfungen.

Rötscher, Aachen: Festigkeit von Kegelkolben.
Erschienen als Aufsatz. Forschungsheft im Druck.

Frank, Berlin: Alterserscheinungen an Schmierölen.
In Aufsätzen veröffentlicht.

19. Frank, Berlin: Bewertung von Schmierölen.
In Aufsätzen veröffentlicht.

20. Bardtke, Wittenberge: Richtlinien für die Prüfung von Schweißarbeiten.
Als Aufsatz und in Vorträgen bekanntgegeben.

21. Sachsenberg, Dresden: Räumnadelversuche.
In Vorbereitung als Heft.

22. Flügel, Danzig: Mischvorgänge in Strahlapparaten.
Auswertung in Vorbereitung.

23. Nádái, Göttingen: Elastizitätsversuche.
Im Druck als Forschungsheft.

24. Henning, Charlottenburg: Temperatur der Azetylen-Schweißflamme.
Als Vortrag bekanntgegeben, weitere Vorträge vorbereitet.

25. Strelow, Hamburg: Belastungsversuche an geschweißten und genieteten Trägern.
Vortrag; Sonderdruck vorbereitet.

26. Strelow, Hamburg: Photographische Aufnahme von Schweißlichtbogen.
Als Vortrag bekanntgegeben.

B. Noch nicht abgeschlossene Forschungsarbeiten

1. Bach-Baumann, Stuttgart: Spannungen der Kesselbleche an Mannlochausschnitten.
2. Siemann, Bremen: Dehnungsmessungen an Schiffskörpern.
3. Jakob, Charlottenburg: Verdampfungswärme des Wassers von 10 at aufwärts.
4. Knoblauch, München: Wärmeübergang strömender heißer Luft an Rohre und Rohrbündel.
5. Knoblauch, München: Spezifische Wärme des Wasserdampfes bei Höchstdruck bis 120 at.
6. E. Schmidt, Danzig: Gesamtstrahlung von Kohlensäure.
7. E. Schmidt, Danzig: Gesamtstrahlung von Wasserdampf bei hoher Temperatur.
8. Knoblauch, München: Nachprüfung der Tomaschen Modellversuche.
9. Memmler, Berlin: Bestimmung von Festigkeitszahlen bei Schwingunsdauerbeanspruchung.
10. Henning, Charlottenburg: Selektive Gasstrahlung.
11. Jakob, Charlottenburg: Wärmeleitfähigkeit von Metallen bei höheren Temperaturen.
12. Rüster, München: Verbrennungsvorgänge in Dampfkesselfeuerung.
13. Woernle, Danzig: Systematische Drahtseilversuche.
14. Trautz, Heidelberg: Spezifische Wärme von Gasen bei konstantem Volumen.
15. Kehrmann, Köln: Strömungsverhältnisse an Pumpenventilen.
16. Neese, Ratingen: Richtlinien für elektrisches Schweißgerät.
17. v. Möllendorf, Berlin: Feuerfestigkeit von Werkstoffen verschiedener Art.
18. v. Möllendorf, Berlin: Eigenschaften von Bekleidungsstoffen.
19. v. Möllendorf, Berlin: Eigenschaften von Holz und dergleichen.
20. Betz, Göttingen: Winddruckmessungen an Modellen.
21. Baumann, Stuttgart: Systematische Untersuchungen der Schraubensicherungen.
22. v. Karman, Aachen: Ablösungsversuche an rotierenden Maschinen.
23. Seidl, Berlin: Zerdrück- und Zerreißversuche mit Gesteinen.
24. Jakob, Charlottenburg: Kondensation von Heiß- und Sattdampf.
25. Kantner, Wittenberge: Röntgenographische Arbeiten auf dem Gebiete der Schweißtechnik.
26. Graf, Stuttgart: Versuche für Rechnungsgrundlagen an Holzstützen.
27. Graf, Stuttgart: Versuche über Feuerschutz neuerer Holzkonstruktionen.
28. Nußelt, München: Klopfen von Vergasermaschinen.
29. Nettmann, Charlottenburg: Versuche mit Farbzerstäubern für mechanisches Anstreichen.
30. Nettmann, Charlottenburg: Versuche mit Saugkörpern in der Spritzzone des Farbenzerstäubers.
31. K. W. Wagner, Berlin: Versuche über die Resonanz von Holzplatten und dergleichen mit dem Ziele, die Hörsamkeit von Räumen im voraus zu bestimmen.
32. Gottwein, Breslau: Versuche über Kühlung und Schmierung bei spangebender Formung.
33. Tafel, Breslau: Versuche zur Bestimmung der Quetschgrenze und des Kraftbedarfs beim Schmieden verschiedener Metalle und in verschiedenen Temperaturen.
34. Wallichs-Schöpke, Aachen: Bau eines besonderen Meßsupports.

C. Neue Anträge und Anregungen

1. Geh. Rat Prof. Dr. Knoblauch, München: Einfluß des Wärmeübergangs auf die Temperaturmessung. Beantragte Mittel 1000 ℳ, Bearbeitungsdauer 6 Monate.
2. Derselbe: Spezifische Wärme des Wasserdampfes bei Höchstdruck bis 120 at. Beantragte Mittel 4000 ℳ, Bearbeitungsdauer 1 Jahr.
3. Prof. Dr. E. Schmidt, Danzig: Gesamtstrahlung von Wasserdampf bei hoher Temperatur. Beantragte Mittel 1000 ℳ, Bearbeitungsdauer 6 Monate.
4. Geh. Rat Prof. Dr. Knoblauch, München: Nachprüfung der Thomaschen Modellversuche. Beantragte Mittel 1000 ℳ, Bearbeitungsdauer 6 Monate.
5. Derselbe: Untersuchung des Wasserumlaufs in Dampfkesseln. Beantragte Mittel 500 ℳ.
6. Prof. Dr. Nußelt, München: Ursache des Klopfens von Vergasermaschinen. Beantragte Mittel 2400 ℳ, Bearbeitungsdauer 1 Jahr.
7. Derselbe: Wärmeübergang aus einem mit Dampf geheizten wagerechten Rohr an ruhendes kaltes Wasser. Beantragte Mittel 1200 ℳ, Bearbeitungsdauer 8 Monate.
8. Prof. Dr. Loschge, München: Abhängigkeit des Ausflußkoeffizienten von der Mündungsform bei Dampfmessungen. Beantragte Mittel 3000 ℳ, Bearbeitungsdauer 1 Jahr.
9. Prof. Dr. E. Schmidt, Danzig: Untersuchung des Wärmeübergangs von Rohrleitungen an Flüssigkeiten hoher Zähigkeit. Beantragte Mittel 2000 ℳ, 1 Jahr.
10. Derselbe: Verhalten von Düsen und Stauringen bei Messung zäher Flüssigkeiten. Beantragte Mittel 1200 ℳ, Bearbeitungsdauer 8 Monate.
11. Dipl.-Ing. Zäpke, Berlin: Kritik der Verfahren zur Güteprüfung fester mineralischer Brennstoffe. Beantragte Mittel 700 ℳ, Bearbeitungsdauer 6 Monate.
12. Prof. Dr. Rötscher, Aachen: Spannungsverteilung in gekröpften Wellen. Beantragte Mittel 1050 ℳ, Bearbeitungsdauer 6 Monate.
13. Prof. Wagenbach, Darmstadt: Genaue Messung mit einem Schirm zur Prüfung der Überfallbeiwerte bei Flüssigkeitsströmung. Beantragte Mittel 500 ℳ.
14. Prof. Dr. Esau, Jena: Dämpfungsmessungen von Longitudinalschwingungen in Werkstoffen. Beantragte Mittel 5000 ℳ. Bearbeitungsdauer 1 Jahr.
15. Prof. Dr. Knoblauch, München: Untersuchung der thermischen Eigenschaften von Flüssigkeitsgemischen. Beantragte Mittel 3000 ℳ, Bearbeitungsdauer 1 Jahr.
16. Derselbe: Untersuchung über die Schalldämpfung in Kanälen. Beantragte Mittel 5000 ℳ.
17. Prof. Berl und Staudinger: Einfluß des Speisewassers, insbesondere seiner alkalihaltigen Beimengungen auf die Kesselwerkstoffe und das Verhalten bei Dampfkesselbetrieben. Beantragte Mittel 1000 ℳ.

Die neuen Anträge sind in den entsprechenden Ausschüssen beraten worden. Der Wissenschaftliche Beirat nahm von dem Ergebnis dieser Beratungen Kenntnis und schloß sich ihm an. Soweit die Sitzung der Ausschüsse noch nicht stattgefunden hat, z. B. bei der Schwingungsforschung, wurde der Herr Kurator ermächtigt, die Anträge nach Beurteilung durch den Ausschuß zu erledigen.

Weiter entspann sich eine lebhafte

Aussprache

über die literarische Auswertung der Vorträge in den Ausschußsitzungen und der Forschungsberichte. Es war der allgemeine Wunsch des Wissenschaftlichen Beirates, d wertvollen Berichte in die Reihe der Forschungshefte au zunehmen. In den vergangenen 27 Jahren des Bestehe dieser Forschungshefte wurden durchschnittlich zehn Hef im Jahre herausgegeben. Im Berichtsjahre sind aber b reits 41 Manuskripte für Forschungshefte eingegange Entsprechend der allgemeinen Richtung für Forschung hefte und um nicht aus dem bisherigen Rahmen allzuse herauszufallen, mußte daher eine scharfe Sichtung vo genommen werden, bei der die sachkundigen Herren a dem Wissenschaftlichen Beirat und den Ausschüssen berei willigst mitwirkten. Es wurde der lebhafte Wunsch g äußert, für sämtliche bisher erschienenen Forschungshef ein umfassendes Inhaltsverzeichnis nach Stichworten au zustellen. In ihm sollen auch die bereits vergriffenen Fo schungshefte früherer Jahrgänge berücksichtigt werden.

Der Wissenschaftliche Beirat nahm dann von dem i der vorigen Sitzung gewünschten

Merkblatt für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen

Kenntnis, das auf Anregung des Vereins deutscher In genieure Anfang 1928 vom Deutschen Verband technisch wissenschaftlicher Vereine als Dachorganisation heraus gegeben worden ist.

Weiter wurden die für

die Durchführung von Fachtagungen aufgestellten Richtlinien

zur Kenntnis genommen; sie sollen während der Hauptve sammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1928 erstmali angewendet werden. Eine längere Aussprache entwickelt sich darüber, in welcher Weise die rechtlichen Beziehunge zwischen dem Verein deutscher Ingenieure als Förderer un den ausführenden Forschern bei wirtschaftlicher Ve wertung der Forschungsergebnisse festgelegt werden solle Bei einzelnen Forschungsreihen erschien es dem Forsche oder den beteiligten Stellen wünschenswert, Patentschutz au die entwickelten Geräte oder Verfahren nachzusuchen. De Wissenschaftliche Beirat hält es nicht für angängig, ein allgemeine Regelung zu treffen; in vorkommenden Fälle sollen die Forscher gebeten werden, die Belange des V. d. I und ihre eigenen nach billigem Ermessen zu wahren.

Die Verteilung der in der Sitzung erstmalig zu ver gebenden Stipendien aus der Klingenberg-Stiftun machte bei der verhältnismäßig großen Zahl von Bewerber sorgfältigste Auswahl notwendig. Nach der Satzung de Klingenberg-Stiftung sind aus den Zinsen des Kapitals ei oder zwei Stipendien an Studierende deutscher Technische Hochschulen zu vergeben. Zur Verfügung standen 1200 ℳ es waren 27 Anträge eingegangen. Im Einvernehmen mi der Stifterin wurde vom Wissenschaftlichen Beirat den Vorstand des Vereins deutscher Ingenieure die Verleihun je eines Stipendiums von 600 ℳ an einen Studierenden de Maschinenbaues und einen der Elektrotechnik vorgeschla gen; der Vorschlag wurde vom Vorstand genehmigt.

Für die Rechnungsprüfer der Bach-Stif tung und der Klingenberg-Stiftung wurden di Herren von Bach und Möring wiedergewählt.

Zum Schluß der Sitzung überbrachte Herr Nägel, de derzeitige Rektor der Technischen Hochschule Dresden, di Einladung dieser Hochschule an Vorstand und Wissenschaft lichen Beirat zur Feier des 100jährigen Bestehens diese Anstalt. [N 1440]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
Bd. 72 SONNABEND, 2. JUNI 1928 Nr. 22

Trio-Kaltblechwalzwerk der Demag, A.-G., Duisburg.

Die Herstellung von Feinblechen für Sonderzwecke

Von W. Krämer, Godesberg

Vorbedingungen für die Herstellung. Die verschiedenen Verfahren und Werkeinrichtungen, Gütebedingungen und Vorschriften.

Für die Herstellung von Karosserien und Kotflügeln für Kraftwagen, von Wagen, Bekleidungen für Eisenbahnwagen, von Eisenmöbeln u. a. m. werden Bleche verlangt, die eine dichte und glatte Oberfläche haben, damit man sie nicht zu spachteln und zu polieren braucht. Die Bleche müssen so weich und doch so zähe sein, daß sie die erforderliche Formgebung, wie Biegen und Pressen, ohne beschädigt zu werden, aushalten.

Die erste Bedingung setzt einen reinen, dichten Rohstoff voraus, verlangt dann ein sauberes Auswalzen sowohl in dem Platinen- als auch in dem Blechwalzwerk und eine sorgfältige Behandlung in der Glüherei, im Kaltwalzwerk usw.

Die zweite Bedingung verlangt einen weichen Stahl mit hoher Dehnung bei genügender Festigkeit und Kerbzähigkeit.

Feinblechwalzwerk mit einem Vorgerüst und zwei Fertiggerüsten der Firma Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Platinen schneiden — Platinen wärmen — Vorwalzen — Sturzebeizen — Sturze wärmen — Fertigwalzen — Schneiden — Nachglühen (normalisieren) oder Kistenglühen l. glühen — Beizen — Waschen — Trocknen — Kaltwalzen

Abb. 1. Reihenfolge der Arbeitsgänge

Eine dritte Bedingung wäre noch das Einhalten einer gleichmäßigen Dicke in der Blechtafel selbst, als auch in den Blechtafeln untereinander.

Um der ersten Bedingung genügen zu können, muß auf das Platinenwalzwerk zurückgegriffen werden. Um die Platinen von anhaftendem Zunder, von Eisensplittern usw. zu reinigen, benutzt man Schrapper, die mit Druckluft, Dampf oder mit Handhebel betätigt, den durchlaufenden Stab zwischen zwei bis drei Messer drücken, wodurch beide Platinenseiten abgekratzt werden. Daneben reinigt man die Platinen mit einem kräftigen Strahl von Druckluft oder Dampf. Damit nun diese Wirkungen nicht zu spät einsetzen, sollte nicht allein der letzte Walzgang, sondern schon der vorletzte Stich mit diesen Mitteln behandelt werden. Erst dadurch hat die Benutzung von glatten und harten Kaliberbahnen wirklich Zweck. Die Reinigungsverfahren wendet man bei dem Auswalzen von Platinen für Weißbleche u. a. seit einer Reihe von Jahren mit gutem Erfolg an; man sollte sie aber ganz besonders bei dem Auswalzen von Platinen für Sonderbleche benutzen. Hinter der Fertigwalze stehen lange Wassertröge[1]), in die die aus dem letzten Kaliber kommenden Stäbe hineinlaufen. In dieser Wanne werden die Stäbe abgekühlt, um ein Nachzundern des aus der Walze kommenden hellroten Walzstabes zu verhüten.

Ein gründliches Reinigen an der Walze spart ein Beizen der Platinen oder aber verkürzt und verbilligt daher ein etwa notwendiges Beizverfahren. Jedenfalls ist eine reine Platinenoberfläche für die Herstellung von oberflächenreinen Blechen grundwichtig; als Beispiel sei die Herstellung von gutem Patronenmessing genannt, bei der die Messingplatinen auf beiden Seiten vor dem Weiterauswalzen gehobelt oder gefräst werden.

Um die zweite Bedingung zu erfüllen, muß man, abgesehen von der Lieferung eines guten Blockwerkstoffes vom Stahlwerk aus, die Bleche unter Beobachten der erforderlichen Glühtemperaturen gewissenhaft und sorgfältig unter Luftabschluß glühen.

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 36 (1916) S. 297.

Die dritte Bedingung macht schließlich ein genaues gleichmäßiges Walzen an der Platinenstraße erforderlich, wobei man ein Poliergerüst, auf dem der letzte Stich, ein Egalisierstich, vorgenommen wird, verwenden sollte. Ist das Poliergerüst ein Duo-Gerüst, so kann man mittels Druckschrauben die Dicke des Walzstabes je nach der Walztemperatur oder dem Schrumpfverhältnis fein regeln.

Als besonders glatte und mit glänzender Oberfläche versehene Bleche sind die blaublanken Zylinderbekleidungsbleche bekannt. Die Bleche werden aus sauber gebeizten Platinen und auf glatten und polierten, kalten Blechwalzen, unter Berücksichtigung einer geeigneten Auswalztemperatur, also in dunkelerwärmtem Zustande gewalzt. Wenn man nicht darauf Wert legt, die blaue Anlauffarbe zu erhalten, und die so hergestellten Bleche bei geeigneter Temperatur glüht, entsteht ein Blech, das den Bedingungen der oben genannten Sonderbleche entspricht.

Auch die Weißbleche[2]) stellt man ähnlich wie die Sonderbleche her. Die erwärmten Platinen werden zu zweien auf der Vorwalze und mit je zwei Stichen auf der Fertigwalze vorgewalzt, gedoppelt, nachgewärmt und bei den starken Sorten zu zwei bis vier Tafeln aufeinander fertiggewalzt, auf Maß geschnitten, gebeizt, geglüht, mit drei Stichen dressiert und nachgeglüht. Auf gleiche Weise werden auch Sonderbleche hergestellt, nur mit dem Unterschiede, daß sie größere Abmessungen und größere Dicken haben.

Für besondere Zwecke, z. B. für Vernicklungsbleche, war es schon immer üblich, diese nicht in drei, sondern in acht bis zehn Stichen, dünne Bleche zu zwei bis vier aufeinandergelegt, auf der Dressierstraße kalt zu walzen, um eine besonders glatte und dichte Oberfläche zu erhalten[2a]). Die Herstellung von kaltgewalzten Blechen ist also nicht neu, hat sich aber infolge der Verwendung dieser Bleche im Kraftwagen-, Wagen-, Möbelbau usw. zu einem besonderen Walzwerkbetrieb entwickelt.

Ein einheitliches Herstellverfahren für Sonderbleche besteht nicht, sondern man wendet verschiedene Verfahren an. Drei Verfahren seien hier behandelt:

1. Auswalzen auf dem Warmgerüst im warmen Zustande,
2. Auswalzen auf dem Kaltgerüst im warmen Zustande und
3. Auswalzen auf dem Kaltgerüst im kalten Zustande.

[2]) „Stahl und Eisen" Bd. 30 (1910) S. 1143, 1993, 2122; Bd. 40 (1920) S. 222.
[2a]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 439.

Abb. 2
Walzwerk für warm- und kaltgewalzte Sonderbleche.

a Platinenschere
b Platinen- und Sturzbeize
c Anwärmöfen
d Warmwalzwerk
e Scheren
f Hängebahn
g Wasch- und Trockenmaschine
h Bleichbeize
i Vorglühofen
k Fertigglühofen
l Kaltwalzwerk
m Richtmaschine
n Streckmaschine
o Lager und Versand

beim Warmwalzverfahren.

Auswalzen auf dem Warmgerüst im warmen Zustande

Das Verfahren entspricht etwa dem der Herstellung der Weißbleche; die Arbeitsfolge, Abb. 1, ist Wärmen, Auswalzen der Platine auf der Vorwalze zu Sturzen auf rd. 4 bis 5 mm Dicke, Beizen der Sturze, Wärmen der Sturze im Blechofen und Auswalzen zu zwei, drei oder vier Tafeln aufeinandergelegt auf der glatten Fertigwalze, Schneiden, Ausglühen (Normalisieren) oder Glühen im Kistenofen, Beizen, Waschen, Trocknen, zwei bis drei Stiche Kaltwalzen auf glatten und sauberen Polierwalzen, Nachglühen im Kistenofen, Richten auf der Richtmaschine oder Strecken, Genauschneiden, Einölen.

Ein kleines Walzwerk, in welchem Bleche nach diesem Verfahren hergestellt werden, zeigt Abb. 2. Von der Platinenschere kommen die Platinen zu der in der Platinenhalle aufgestellten Beize, wo der restliche Zunder entfernt wird. Man pflegt die gebeizten Platinen vor dem Weiterverarbeiten zu sortieren und schadhafte Stücke auszuschließen, um nicht schon im voraus ersichtlichen Ausschuß mit hohen Verarbeitungskosten zu belasten. Die gebeizten Platinen werden mit den Beizkörben an der Hängebahn an den Ofen gebracht, im Platinenofen gewärmt, auf der Vor- und Fertigwalze vorgestreckt, die Sturze nochmals gebeizt und drei Sturze zu einem Packen zusammengefaßt und zum Nachwärmen in den Blechofen gebracht. Die mittlere Blechtafel ist vorher in einem heißen Kohlenstaub-Wasserbad mit einem isolierenden Überzug, der ein Zusammenkleben der Bleche verhindern soll, getaucht worden. Sodann werden die Bleche zu Packen auf der glatten und reinen Fertigwalze ausgewalzt. Auf einem Fertiggerüst kann man rd. 6 bis 7 t in 8 h von den Abmessungen $1 \times 2\,m^2$ bis 1 mm Dicke herstellen. Ich möchte hier auf eine im Betrieb anwendbare Walzenschleifmaschine hinweisen, bei der hin- und hergehende Schleifsteine während des Walzens schleifen. Anstatt der feststehenden Steine sollte man umlaufende Steine, die ihre Schleiffläche ändern, benutzen[2b]).

Die sich der Beizmaschine anschließende Beizbahn führt seitlich zu den Öfen und kann hier die zu beizenden Sturze abholen, ohne Umladung zur Beizmaschine fahren und von dieser wieder zu den Öfen bringen. Um diese Vorteile auszunutzen, ist die Beizmaschine in der Konstruktion mit einer Hängebahn ausgerüstet, die nicht alle Beizmaschinen haben.

Als Beizmittel wird in den meisten Werken Schwefelsäure, aber auch die eine reinere Beizung ergebende Salzsäure benutzt.

Die Walzenstraße wird verschiedentlich ausgebildet[3]), mit einem Vorgerüst und zwei bis drei Fertiggerüsten, oder auch so, daß zu jedem Vorgerüst ein Fertiggerüst gehört, Abb. 2.

Man schneidet die Bleche auf normalen Tafelscheren. Eine Verbesserung bilden selbsttätige Scheren, bei denen zuerst die beiden Längsseiten, dann die beiden Kopfseiten von zwei und zwei nebeneinander stehenden normalen Tafelscheren, denen man die Bleche mittels Förderketten oder Gurte zuführt, beschnitten werden. Die Förderbänder und die Scheren kann man durch Hand- oder Fußhebel unter Benutzung von Schnellkupplungen einrücken. Zum Beschneiden von Blechen gleicher Größe sollte man eine Scherenpresse, die mit einem einzigen Scherenhub die Tafeln ringsum beschneidet[4]), verwenden.

[2b]) „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 1607.
[3]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 209 u. f.
[4]) „Stahl und Eisen" Bd. 40 (1920) S. 224.

Nach dem Schneiden kommen die Bleche zur Beize, bei einigen Werken beizt man die Bleche erst nach dem Glühen; sie werden zuerst im Beizbad, dann im Wasserbad auf- und abbewegt und darauf zur Wasch- und Trockenmaschine gebracht. Vereinzelt spült man auch die aus dem Wasserkasten kommenden Bleche noch in einem mit Kalkmilch angesetzten Kasten, um alle Säurereste vollständig zu neutralisieren. Dieses Kalken wendet man in der Draht- und auch in der Bandbeizerei an.

Die Beizanlage kann man mit Hängebahn, mit gemeinsamer Schüttel- und Aushebevorrichtung und auch mit getrenntem Antrieb ausrüsten, wobei man die Beizkörbe durch einen Kran oder durch eine elektrische Laufkatze aushebt und versetzt, Abb. 3 und 4. In amerikanischen Walzwerken findet man meistens die stehende Tauchkolbenbeizanlage, die mit Dampf oder mit Druckluft betrieben wird.

In der Wasch- und Trockenmaschine werden die Bleche gewaschen und von dem schwarzen Beizschlamm gereinigt und, um die Entstehung von Wasserflecken der naß aufeinanderliegenden Bleche zu verhüten, im weiteren Durchgang durch die Maschine getrocknet. In der Wasch- und Trockenmaschine der Ardeltwerke G. m. b. H., Eberswalde, Abb. 5 und 6, werden die Bleche mittels einer Anzahl angetriebener Walzen durch die Maschine befördert. In dem Waschbehälter wird jede Blechtafel auf beiden Seiten von drei Paar Bürstenwalzen unter ständiger Wasserberieselung abgebürstet und vom anhaftenden Beizschlamm und andern Unreinigkeiten gesäubert. Je zwei Gummiwalzen pressen das Wasser ab. Die Bleche wandern dann über Förderwalzen in den Trockenofen, den man mit unmittelbarer Stochfeuerung, mit Gasflammen oder durch heißen Wind, der in einem Heißluftkessel erzeugt wird, heizen kann. Die getrockneten Bleche kann man auf einem Ablagetisch stapeln oder durch Führungen und Förderwalzen auf den Trockenofen legen. Eine besondere Vorrichtung stempelt jedes einzelne Blech.

Abb. 3 und 4
Blechbeizanlage.

a Säuretrog
b Wassertrog
c Hängebahn
d Weiche
e Drahtseil
f Gegengewicht

Abb. 5 und 6
Feinblech-Wasch- und Trockenmaschine.

a Aufgabetisch
b Waschvorrichtung
c Trockenvorrichtung
d Ablegetisch

In den Glühkästen werden die Bleche sorgfältig, mit den Ecken und Kanten genau bündig, aufgestapelt. Man glüht die Bleche bei den meisten Werken in 20 bis 30 m langen Kanalglühöfen, je nach der zu bewältigenden Herstellungsmenge. Für kleinere Betriebe sind die Öfen kürzer und fassen etwa 5 bis 6 Kisten, wobei allerdings die Abhitze nicht genügend ausgenutzt wird. Wenn in ein und demselben Ofen Bleche einer Gattung und derselben Größe und Dicke geglüht werden, kann man auch im Kanalofen die Bleche gleichmäßig glühen; dagegen ist es im Gemischtwalzwerk schwieriger, genaue Glühtemperaturen und Glühzeiten einzuhalten. Zum Glühen von Sonderblechen, bei denen es auf ein genaues Glühen ganz besonders ankommt, benutzt man daher auch den Einzelglühofen, bei dem allerdings ein höherer Brennstoffverbrauch entsteht, da die Abgase nicht genügend ausgenutzt werden. In dem bis kurz vor dem Kriege in Weißblechwerken verwendeten Öfen, ausgerüstet mit Doppelglühkammer und mit Regenerativ-Luft- und -Gaskammern, konnte man ebenfalls die Bleche gleichmäßig und regelbar glühen und auch die Abhitze in den Regenerativkammern gut ausnutzen.

Ein anderer Glühofen ist der Dresslerofen mit mittelbarer Erwärmung der Glühkästen durch Ausstrahlmuffeln. Zum Vorglühen sollte man auch den kistenlosen Ofen, bei dem sich die Bleche im Ofen über angetriebene Rollen fortbewegen, verwenden; schließlich kann man den in der Bandglüherei bewährten Ofen mit Abkühlung im Unterdruck auch zum Glühen von hochwertigen Blechen mit Vorteil benutzen. Der elektrische Glühofen arbeitet noch zu teuer, jedoch dürfte ein solcher mit Einzelglühung der Tafeln, gute Aussichten bieten.

Die Bleche glüht man bei einer Temperatur von rd. 760 °C in der Kiste, d. h. rd. 800 °C unter dem Ofengewölbe, vor; bei dieser Temperatur wird der untere Umwandlungspunkt überschritten. Der Kohlenverbrauch bei dem langen Kanalofen beträgt etwa 7 bis 8 vH, bei dem kurzen Ofen etwa 9 bis 10 vH des Blechgewichtes.

Die den Ofen verlassende und genügend ausgekühlte Glühkiste wird ausgepackt; die Bleche werden nun im Dressierwerk in zwei bis drei Stichen kaltgewalzt. Die Kaltstreckung ist jedoch nur gering und beträgt etwa nur 1,2 bis 1,5 vH, entsprechend einer Streckung um etwa 25 mm bei einer Blechlänge von 2000 mm. Durch das Kaltwalzen wird vor allem eine glatte und dichte Oberfläche erreicht; gleichzeitig erhalten die Bleche auch durch die Kaltreckung mit nachfolgender Glühung über dem Umwandlungspunkt ein verfeinertes Gefüge bei erhöhter Kerbzähigkeit und Tiefstanzbarkeit.

Wie im Weißblechwerk, so kann man auch bei der Dressierstraße die Gerüste anstatt nebeneinanderstehend zu zwei bis drei hintereinander anordnen. Die Bleche werden von Gerüst zu Gerüst mittels Förderketten, Bänder usw. weitergeleitet.

Dem Kaltwalzen schließt sich das Fertigglühen an, das man ganz besonders sorgfältig durchführen muß, um einen besonderen Hochglanz zu erreichen und um den Blechen eine gewisse Steifigkeit zu geben; dann um die Zeilenstruktur und Walzlinien aufzuheben, läuft jedes Blech nach dem Glühen durch ein besondres Poliergerüst mit hochpolierten Walzen. Anschließend werden die Bleche auf einer Präzisionsrichtmaschine sorgfältig geebnet.

Bei der von der Firma Fr. W. Schnutz, Weidenau-Sieg, hergestellten Richtmaschine, Abb. 7 und 8, werden die Richtwalzen genau aufeinander gepreßt; die Maschine hat außerdem Spannwalzen, die man wagerecht so einstellen kann, daß man den Druck auf jede beliebige Blechstelle, wo Wellen oder Beulen beseitigt werden sollen, mittels zweier Handräder an der Seite der Maschine einstellen kann. Ein Zeiger zeigt die Druckstellung an.

Die Bleche werden nun auf das Fertigmaß genau zugeschnitten, eingeölt und versandfertig gemacht. Die Einöl- und Lackiermaschinen gleichen denen der in Blechwarenfabriken angewendeten Maschinenarten.

Dickere und stark verzogene Bleche streckt und ebnet man auf einer mittels Druckwasser- oder Motorenantrieb betätigten Streckmaschine, Abb. 9 und 10. Geschliffene Bleche durchlaufen noch eine Schleif- und Poliermaschine. Die zu schleifenden Bleche müssen hierbei zuerst gründlich gereinigt werden, gegebenenfalls durch Beizen und Trocknen. In der Schleifmaschine laufen sie langsam zwischen schnellaufenden Messingbürsten, durch die die Bleche poliert werden.

Die Güte der so hergestellten Bleche entspricht den Tiefungswerten der Erichsschen Kurve für Tiefstanzbleche, die in den meisten Fällen um 4 bis 5 vH überschritten wird.

Abb. 7 und 8
Richtmaschine für Feinbleche.

Abb. 9 und 10
Feinblech-Streckmaschine.

Abb. 11 bis 14
Walzenanordnung verschiedener Kaltwalzengerüste.
a Lauthsches Trio *c* Streckwalzengerüst
b Vierwalzengerüst *d* Clustergerüst

Auswalzen auf dem Kaltgerüst im warmen Zustande

Das Herstellverfahren ist gleich dem der Herstellung der oben erwähnten blaublanken Bleche. Die in dunkelrotem Zustand auf hochpolierten Walzen hergestellten Bleche werden gebeizt und geglüht. Nach diesem Verfahren werden auf einem Walzgerüst etwa 1500 bis 1800 kg Bleche der Sorte $1 \times 2\ m^2 \times 1$ mm in achtstündiger Schicht gewalzt; die Produktion ist gering, aber man erspart nach diesem Verfahren das erste Glühen und das Dressieren.

Auswalzen auf dem Kaltgerüst im kalten Zustande

Bei dem Kaltwalzverfahren erreicht man die glatte und dichte Oberfläche und die hohe Tiefziehfähigkeit der Bleche mittels einer starken Kaltwalzung[5]). Auf einer Fein- oder Mittelblechstraße werden Rohbleche gewalzt, deren Dicke etwa 50 vH mehr als die der fertigen Bleche beträgt. Die Rohbleche, in größeren Längen gewalzt, werden, bevor sie unterteilt werden, im Herdausglühofen ausgeglüht und erreichen dadurch die zur weiteren Verarbeitung auf der Kaltwalze notwendige Weichheit.

Im Kaltwalzwerk werden die in verschiedenen Größen und Dicken angelieferten Bleche gebeizt, in Kalkmilch abgespült, gewaschen, getrocknet und dann auf dem Kaltwalzgerüst in 8 bis 20 Stichen, je nach der Dicke, ausgewalzt.

Als Walzgerüst benutzt man fast nur Triogerüste mit je einer starken Unter- und Oberwalze und einer dünnen Mittelwalze, wobei nur die Unterwalze angetrieben wird, die andern Walzen laufen als Schleppwalzen mit. In Amerika verwendet man in neuerer Zeit Vierwalzengerüste[6]) mit zwei dünnen Streckwalzen in der Mitte. Das Triogerüst hat gegenüber dem Duogerüst den Vorteil des besseren Streckens durch die dünne Mittelwalze, dann aber auch infolge des Hin- und Herwalzens eine doppelt so hohe Leistung; denn beim Duogerüst muß das Blech blind über die Walze zurückgegeben werden, falls man nicht die Bleche stapelweise vor die Walze zurückgibt. Die Anzahl der Stiche, die zum Auswalzen notwendig sind, richtet sich nach der Blechdicke, nach dem Gang der Walze und nach der Weichheit der Rohbleche; etwa 8 bis 10 Stiche sind erforderlich bei einer Blechfertigdicke von 1 mm, 15 bis 18 bei einer solchen von etwa 0,75 mm. Die Walzenanordnung verschiedener Kaltwalzgerüste zeigen Abb. 11 bis 14.

Vom Kaltwalzwerk kommen die Bleche zur Glüherei und werden in Kisten gepackt und meistens im Kanalofen geglüht. Die stark kaltgewalzten Bleche muß man kräftig glühen, und zwar bei so hoher Temperatur, daß der obere Umwandlungspunkt, der bei etwa 930 bis 950° liegt, erreicht wird. Da bei dieser hohen Temperatur die Bleche leicht zusammenschweißen, so ist von vornherein ein besonderer Stahl, der wenig zum Schweißen neigt, zu benutzen; auch werden die Bleche vor dem Glühen einzeln isoliert.

Über die Güteverbesserung, hervorgerufen durch Erzeugen eines feinkörnigen Gefüges, sind in der letzten Zeit eine Reihe von Untersuchungen vorgenommen worden, über die in verschiedenen Zeitschriften berichtet wurde.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind auch für die Herstellung der Sonderbleche von ganz besonderer

[5]) „Stahl und Eisen" Bd. 36 (1916) S. 439. Die Bedeutung des Kaltwalzens bei Sonderblechen.

[6]) Z. Bd. 72 (1928) S. 201.

Abb. 15 Walzwerk für kaltzuwalzende Sonderbleche.

a Vorglühofen
b Fertigglühofen
c Beizerei
d Wasch- und Trockenmaschine
e_1 Trio-, e_2 Duo- Walzenstraße
f Streckmaschine
g Richtmaschine
h Schere
i Schleif- und Poliermaschine
k Einölmaschine
l_1 vom Rohblechlager
l_2 zum Fertigblechlager

Bedeutung, da es nur durch ihre Auswertung möglich ist, ein in der Güte hochwertiges und den Anforderungen genügendes Blech zu erhalten.

Allgemein gilt, daß bei niedrig gekohltem Eisen eine Kaltverformung von 5 bis 30 vH der Dicke im kritischen Verhältnis liegt und die bei diesem Kaltverformungsgrad eingetretene Kornvergrößerung nur durch die Anwendung einer Glühtemperatur, die oberhalb des oberen Umwandlungspunktes, also oberhalb 940 °C, liegt, aufgehoben werden kann. Ist die Kaltverformung kleiner oder größer, so genügt die Einhaltung der Umwandlungstemperatur bei 630 °C, um die erforderliche Umkristallisation oder Kornverfeinerung zu erhalten. Bei Weißblechen, die meistens in drei Stichen durch Kaltwalzen poliert werden und eine Kaltstreckung um 1 bis 2 vH der Dicke erhalten, genügt daher die untere Temperatur; man glüht üblich bei 760 bis 780 °C, wobei man die Gewißheit hat, daß die verlangte Temperatur auch den Kern des Blechstoßes erreicht. Um bei den kaltgewalzten Blechen eine Sicherheit dafür zu haben, daß die kritische Kaltverformung vermieden wird, wählt man eine solche, die über der normalen Grenze von 30 vH Kaltstreckung liegt. Da die Grenze von der chemischen Zusammensetzung und von andern Eigenschaften des verarbeiteten Eisens abhängig ist, empfiehlt es sich, jede Eisenart auf ihre Halte- und Umwandlungspunkte zu untersuchen.

Welche Art der Verarbeitung im Walzwerk zu wählen ist, ob eine geringe Kaltstreckung unterhalb, innerhalb oder über der kritischen Kaltverformung bessere Ergebnisse oder eine Verbilligung in der Herstellung ergibt, hängt von verschiedenen Umständen ab. In nicht eingearbeiteten Betrieben wird man z. B. eine größere Kaltverformung einer geringeren vorziehen, um die schwierige Glühung bei der hohen Temperatur, also oberhalb des oberen Haltepunktes, zu vermeiden.

Bei warmgewalzten Blechen, die eine Kaltverformung von nur 1 bis 2 vH erhalten, ist die Glühung ohnehin einfacher; denn auch hier genügt die untere Glühtemperatur.

Jeden Glühofen muß man mittels Glühversuche auf die Glühdauer und Glühtemperatur einstellen, damit man Fehlglühungen, die bei dem wertvollen Werkstoff großen Schaden verursachen können, vermeidet. Die Verwendung von Sonderpyrometern, die durch Aufleuchten verschiedenfarbiger Glühlampen eine Unter-, Über- oder die richtige Temperatur anzeigen, ist daher sehr wertvoll.

Dem Ausglühen schließt sich ein Hochpolieren auf einem Duogerüst mit einem Walzstich an; darauf werden die Bleche genau auf Maß geschnitten, gerichtet, eingeölt oder auch lackiert; Schleifbleche werden auf der Schleifmaschine behandelt.

Die stark kaltgewalzten Bleche haben durch die Kaltreckung eine Strukturverfeinerung und eine erhöhte Ziehfähigkeit erhalten; die Tiefungswerte liegen etwa 10 bis 20 vH über der Erichsschen Kurve der Tiefziehbleche. Eine solch hochwertige Güte ist für schwierigere Formen von Kraftwagenteilen u. a. sehr geeignet, für einfache Bekleidungen und weniger schwierige Formen unnötig teuer.

Abb. 15 zeigt ein Walzwerk, in dem eine Walzenstraße mit zwei Trio- und zwei Duogerüsten, rechts und links vom Antriebvorgelege, aufgestellt sind. Anstatt des Rädervorgeleges wird häufig auch ein Antrieb mit einem Riemenscheiben-Schwungrad gewählt, das jedoch infolge des größeren Durchmessers mehr Raum beansprucht. Bei dieser Anlage ist angenommen, daß die Rohbleche von einem abseits stehenden Walzwerk kommen, und hier im Kaltwalzwerk weiterverarbeitet werden. Nach Durchlaufen der Beize und der Wasch- und Trockenmaschine kommen die Bleche zu den Triowalzgerüsten, dann zur Glüherei, zum Duopoliergerüst usw.

In der Glüherei sind ein Vorglüh- und ein Fertigglühofen aufgestellt. Im Vorglühofen glüht man die angelieferten Rohbleche aus, sofern man sie nicht im eigentlichen Blechwalzwerk nach dem Auswalzen ausglüht. Anstatt des Kistenglühofens kann auch ein Einzelblechglühofen mit Rollen- oder Kettenförderer usw. benutzt werden, wodurch das Glühen verbilligt wird.

Die übliche Drehzahl der Walzen beträgt 32 bis 35 Uml./min, jedoch hat eine Verminderung auf etwa 18 bis 20 Uml./min, das sind etwa 0,6 bis 0,7 m/s, ein besseres Strecken ergeben, indem bei langsamerem Gang das breite Blech mehr Zeit hat zu fließen und somit auch die befürchteten Blechfalten eher vermieden werden. Rechnet man für ein Triogerüst einen Kraftbedarf von 150 PS, und für ein Duogerüst 50 PS, so ist für die Walzenstraße, Abb. 15, ein Gesamtbedarf von etwa 400 PS notwendig. Im übrigen ist es eine Frage der kräftigen Bemessung der Walzen, Ständer und des Einbaues, mit welcher Druckabnahme, bezogen auf einen Stich, und mit welcher Walzgeschwindigkeit am günstigsten gewalzt werden kann.

Abb. 16 und 17 zeigen eine ähnliche Walzenstraße mit zwei Trio- und einem Duogerüst. Jedes der Triogerüste hat vor der Walze einen festen Walztisch, dahinter einen Wipptisch, der mit Fußtritt hochgehoben wird, aber auch mechanischen Antrieb mit Motor und Rädervorgelege haben kann, bei denen die Hubbewegung

Abb. 16 und 17
Walzwerk für kaltzuwalzende Feinbleche.

a Trio-Kaltwalzgerüst; 650/350/650 Dmr.
b Duo-Poliergerüst; 625 Dmr.

durch Reibungs-, Drehbolzen- oder magnetische Kupplungen, vom Hinterwalzer durch Fußtrittleiste oder Druckknopf eingeschaltet wird. Die Walzen stellt man mittels Druckschrauben von einem Handrad aus an, aber auch die Keilanstellung kann man bei richtiger Konstruktion gleichgut benutzen. Anstatt mit dem Handrad kann man auch die Druckschrauben elektrisch anstellen. Die Zahl der Arbeitskräfte verringert sich hierdurch nicht.

Sowohl beim Trio- als auch beim Duogerüst werden Hartgußwalzen eingebaut; die dünnen Streckwalzen sind aus Hartguß oder Chromnickelstahl. Die starken Beanspruchungen der Walzen, sowohl in der Festigkeit als auch in der Güte der Hartschale stellen hohe Anforderungen an die Walzengießereien; Härten von 82 bis 85 ° nach dem Shore-Skleroskop werden verlangt und erreicht.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Herrichtung der Walzen, die nach gewissen Erfahrungsmaßen hohl geschliffen werden müssen, um die unvermeidliche Durchbiegung auszugleichen und um es überhaupt möglich zu machen, ein gutes Blech herzustellen.

Mit der Anlage, Abb. 16 und 17, kann man in achtstündiger Schicht etwa 7 t Bleche der gangbaren Sorte $1 \times 2\ m^2$ bei 0,75 bis 1 mm Dicke erzeugen.

Größere Leistungen wird man auf einer kontinuierlichen Straße mit etwa vier hintereinanderstehenden Gerüsten erhalten. Bei solchen Gerüsten sind die Ständer und alle Einbauteile recht kräftig und sollen fast unelastisch sein. Solche Straßen, Abb. 18 und 19, hat man in neueren amerikanischen Walzwerken aufgestellt. Diese Gerüste haben nicht e i n e dünne Streckwalze, sondern zwei, so daß das Walzgut noch besser gereckt wird. Die Folge davon ist eine größere Druckabnahme für jeden Stich, so daß man z. B. ein 1,2 mm dickes Blech in einem Durchgang, also in vier Stichen, auf etwa 0,6 bis 0,7 mm herunterwalzen kann. Die Walzgeschwindigkeit ist bei diesen Gerüsten geringer und beträgt etwa 0,3 bis 0,35 m/s. Der Kraftverbrauch steht im Verhältnis zur Walzleistung und ist etwa viermal größer als beim Triogerüst.

Bei den Vierwalzengerüsten laufen die beiden dicken Stützwalzen in Rollenlagern, während die beiden dünnen Streckwalzen, die durch die Stützwalzen entlastet sind und nur den Walzzug aufnehmen, Gleitlager haben. Jede Druckschraube stellt man durch ein Handrad an. Die elektrische Anstellung hat gegenüber der Handanstellung den Nachteil, daß man nicht fein genug einstellen kann, wie es der Arbeiter gefühlsmäßig am Handrad vermag. Die Stützwalzen sind in Hartguß und die Streckwalzen aus Sonderstahl hergestellt, die gegenüber Hartgußwalzen eine größere Festigkeit haben, jedoch durch das Walzen ihren Glanz verlieren. Zum Hochglanzpolieren ist es auch bei diesem Verfahren üblich, nach dem Glühen einen Polierstich auf einem Duogerüst vorzunehmen.

Jedes der vier Gerüste hat einen besonderen Antrieb durch einen Regelmotor, dessen Umlaufzahl der Walzer von seinem Stand aus durch Regelräder, die an den Walzgerüsten angebracht sind, einstellen kann. Die verschiedenen Geschwindigkeiten ergeben sich aus der Dicke der Bleche, dann aus dem Gange der Walzen und auch aus dem Zustande der Bleche. Zwischen Motor und Walzgerüst ist ein Rädervorgelege eingeschaltet, von dem die Walzen durch die untere Stützwalze, oder bei andern Bauarten sowohl durch diese als auch durch die beiden Streckwalzen, unter Verwendung eines Kammwalzengerüstes, angetrieben werden.

Güte der Bleche

Über die chemische Zusammensetzung der Bleche werden von dem Privatverbraucher im allgemeinen keine Vorschriften gemacht. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft gibt folgende Analyse an: C höchstens 0,2 vH, S und P nicht mehr als je 0,4 vH, zusammen jedoch nicht mehr als 0,7 vH. Aber selbst wenn der C-Gehalt nicht mehr als 0,15 vH betragen würde, ergäbe sich ein verhältnismäßig hartes Blech, das den verlangten Tiefungswerten kaum entsprechen könnte. Im allgemeinen haben Tiefziehbleche die Zusammensetzung: C 0,05 bis 0,06 vH, P 0,02 vH, Mn 0,35 bis 0,45 vH, S 0,02 bis 0,03 vH; der

a Handrad für Umlaufzahleinstellung des Walzmotors

regelbarer Motor 300 bis 600 Uml/min 500 PS

RZ 1164 Z 18 u. 19

Abb. 18 und 19
Bei durchlaufenden Straßen für kaltgewalzte Feinbleche stehen vier solcher Gerüste hintereinander.

niedrige C-Gehalt im Blech entspricht einem Gehalt von etwa 0,08 bis 0,1 vH im Block oder in der Platine. Der C-Gehalt nimmt durch das öftere Wärmen und Glühen und auch durch das Beizen ab. Bleche, die man gegen Rosten weniger empfindlich machen will, werden aus gekupferten Schmelzen mit 0,15 bis 0,20 vH Cu hergestellt.

Die physikalischen Bedingungen werden fast nur nach den Erichsschen Tiefungswerten bestimmt. Z. B. verlangt die Reichsbahn bei Blechen von 1,5 mm Dicke 11,5 mm, bei 2 mm Dicke 12,2 mm und von 2,5 mm Dicke 12,6 mm Probetiefe, auf dem Erichsschen Prüfgerät gemessen. Es entsteht eine Kurve, die ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Normenkurven der „S.-M.-Tiefziehbleche“ und der für „Bandeisen blank geglüht“ liegt, Abb. 20.

Großen Wert legt man auf die Einhaltung bestimmter Dicketoleranzen, die besonders bei denjenigen Blechen von praktischem Wert sind, die auf Pressen verformt werden. Allgemein gelten die in den deutschen Industrienormen (DIN) festgelegten Toleranzen.

Die Reichsbahn schreibt in ihren Bestellungen vor, daß die Rohbleche, aus denen die Bleche kaltgewalzt werden sollen, eine um 50 vH höhere Dicke haben müssen als die Fertigbleche. Es ist nicht verständlich, warum man über die Herstellung Vorschriften macht, da es am Ende gleichgültig sein kann, auf welche Weise das Blech hergestellt wird, da doch nur die Eigenschaften des fertigen Bleches ausschlaggebend sind. Es ist sehr gut möglich, ein dem kaltgewalzten Blech ebenbürtiges Blech ohne die starke Kaltwalzung zu erzeugen, das aber dann den Herstellungsbedingungen der Reichsbahn nicht entspräche. Schließlich sollten die Bedingungen nicht schärfer gewählt werden, als es der Verwendungszweck erfordert, andernfalls belastet man die Walzwerke unnütz und verteuert sich auch grundlos die Ware.

Eine weitere Bedingung der Blechverbraucher ist eine gleichmäßige Härte aller Tafeln untereinander, und auch in der Blechtafel selbst. Ferner soll das Gefüge so fein sein, daß die aus den Blechen gezogenen Teile an der Oberfläche glatt bleiben, um sie ohne vorheriges Spachteln oder Schleifen lackieren zu können. Beide Bedingungen lassen sich bei Verwendung von gleichmäßigen Chargen aus dem Schmelzwerk und durch sorgfältiges Glühen erreichen.

Nach der äußeren Sortierung unterscheidet man für gewöhnlich drei Sorten. Die erste verlangt eine tadellose glatte und dichte Oberfläche, wenigstens auf einer Seite, die zweite gestattet kleine Fehler und die dritte gilt als Ausschuß mit größeren Fehlern.

Die amerikanischen Werke unterscheiden etwa acht Sorten:

1. glatt, silberweiß, frei von Oxyden;
2. glatt, glänzend, mit blauen Rändern;
3. glatt- glänzend, mit blauen Rändern, zweimal dekapiert;
4. glatt, halbglänzend, zweimal dekapiert;
5. glatt, matt, zweimal dekapiert;
6. matt, einmal dekapiertes Handelsblech;
7. matt, silberweiß, Handelsblech, frei von Oxyden;
8. blau, ungebeizt, offen oder im Kasten geglüht.

Die gangbarsten Blechabmessungen betragen:
500/2000/0,75 mm,
1000/2000 bis 2500/0,5, 1 bis 2,5 mm.

Der vorerst noch geringe Bedarf an Sonderblechen in Deutschland hat bis jetzt nur eine einheitliche Anlage entstehen lassen. Dagegen haben andre Walzwerke die Herstellung dieser Bleche den bestehenden Betrieben angeschlossen, indem man, je nach den geübten Verfahren, die Bleche auf vorhandenen Straßen walzt, oder indem man einzelne oder mehrere Trio-Kaltwalzgerüste in den vorhandenen Walzbetrieben aufgestellt hat. Die Errichtung einer vollständig kontinuierlichen Anlage, wie sie im vorigen Jahr in Amerika in Betrieb gekommen ist,

mm
13
12
11
10
9
8
7
6
Tiefung
g
f
e
d
b
c
a
0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 mm

Abb. 20
Gütekurven nach der Erichsschen Prüfmaschine.

a Falzblech und Weißblech
b zweimal dekapiertes Stanz- und Falzblech
c S.-M.-Tiefziehblech
d Sondertiefziehblech
e Bandeisen, blank geglüht
f kaltgew. Sondertiefziehblech
g Kupfer

dürfte sich für die deutschen Verhältnisse kaum lohnen, da der Absatz für eine so hohe Leistung fehlt und dann auch das Erzeugnis allein schon durch den hohen Zinsendienst zu teuer würde. Schließlich werden Außenseiter mit Hilfe einfacherer Verfahren stets mit den andern in Wettbewerb treten.

Eher sollte man eine halbkontinuierliche Anlage bauen, bei der die Warmwalzstraße nicht aus hintereinanderstehenden Gerüsten besteht. Eine solche Anlage kann sich aus einer Warmblechstraße, auf der die Rohbleche aus vorgewalzten Brammen auf einem Trio-Vor- und auf einem Trio-Fertiggerüst ausgewalzt werden, folgendermaßen anordnen. Hinter dem Wipptisch des Fertiggerüstes schließt sich ein langer Ausglühofen an, durch den die Bleche über Rollen oder Ketten befördert werden. Hinter dem Ofen steht die Besäum- und Teilschere, die die Rohbleche auf das notwendige Maß unterteilt; anschließend kommen die Bleche zu den Maschinenbeizen oder in lange Beizkästen, in denen die Bleche auf hölzernen oder säurebeständigen Schwingrechen fortbewegt werden; nach dem Austritt aus dem Wasserspülkasten durchlaufen die Bleche eine Wasch- und Trockenmaschine. In hintereinanderstehenden Vierwalzengerüsten walzt man nun die Bleche aus. Diese Wahl der Einrichtung hat den Vorteil, daß fast alle Teile auch in normalen Walzwerken ohne weiteres verwendbar sind.

Die vollständige Mechanisierung aller Arbeitsgriffe ist in Deutschland, wo die Arbeitslöhne nicht so hoch sind und die Selbstkosten nicht so sehr beeinflussen wie in Amerika, nicht überall am Platze. Man trifft eine Reihe von durch Maschinen ausgeführten Arbeiten, die oft billiger durch Arbeitskräfte als durch teure Maschinen mit ihren hohen Abschreibungen und Überwachungen, Ausbesserungen usw. vorgenommen werden. Über kurz oder lang dürfte sich die Anlage eines größeren und neuzeitlich eingerichteten Walzwerkes für Sonderbleche, nachdem der Bedarf noch weiter zugenommen hat, jedoch als gegeben erweisen. [B 1164]

Der Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle[1])

(Mitteilung aus dem Institut für angewandte Mechanik der Universität Göttingen)

Der Berechnung der zulässigen Belastung metallischer Konstruktionsteile unter zusammengesetzten Spannungszuständen wird noch heute von den meisten Ingenieuren die sogenannte Dehnungshypothese zugrunde gelegt, d. h. die Annahme, daß die ersten unzulässigen bleibenden Formänderungen dann eintreten, wenn die federnde (elastische) Verlängerung einen von der Beanspruchungsart unabhängigen Grenzwert erreicht. Diese Annahme ist schon seit langem als unzutreffend erkannt. Nach den Messungen von Guest konnte es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß man der Wirklichkeit näher kommt, wenn man anstatt der federnden Verlängerung die Schubspannung als diejenige Größe annimmt, die das federnde Verhalten begrenzt. Spätere, in Deutschland wenig bekannt gewordene englische, amerikanische und französische Messungen hatten einander widersprechende Ergebnisse; manche von ihnen waren in guter Übereinstimmung mit der Schubspannungshypothese, während andre deutliche Abweichungen davon (jedoch nicht im Sinne der Dehnungshypothese!) zeigten. Dieser Widerspruch machte eine erneute Untersuchung wünschenswert.

Als Versuchskörper wurden dünnwandige Rohre gewählt. Sie wurden in eine Zerreißmaschine so eingebaut, daß sie durch Zug in der Achsrichtung und durch Druckwasser-Innendruck beansprucht werden konnten. Dabei entsteht in der Rohrwand ein dreiachsiger Spannungszustand; dem Verhältnis der zur Kreistangente parallelen Hauptspannung zu der zur Zylinderachse parallelen Hauptspannung kann durch geeignete Wahl des Verhältnisses von Innendruck zu Längszug jeder beliebige Wert zwischen 0 und 2 erteilt werden, während die zum Zylinderhalbmesser parallele Hauptspannung stets klein ist gegen die beiden andern.

Die ersten dieser Versuche erwiesen es als zweckmäßig, das Augenmerk nicht auf die Elastizitätsgrenze zu lenken, sondern die Fließspannungen ins Auge zu fassen, d. h. diejenigen Spannungen, unter denen die Metalle größere bleibende Formänderungen erleiden; die Spannungen, unter denen die ersten Abweichungen vom Elastizitätsgesetz sich bemerkbar machen, hängen nämlich nicht nur ab von der Art des Spannungszustandes, sondern auch von mehreren Einzelheiten der Versuchsführung, die die Fließspannungen wesentlich weniger oder gar nicht beeinflussen, wie z. B. von der Art der letzten vorangegangenen bleibenden Verformung und von der Länge der seitdem verflossenen Zeit. Es schien deshalb angezeigt, jetzt nur die Fließspannungen als die physikalisch wichtigere Spannungsgröße zu untersuchen, um die Ergebnisse beim späteren Studium der verwickelteren Gesetze der Elastizitätsgrenze zur Verfügung zu haben.

Die Messungen wurden deshalb so durchgeführt, daß an jedem Versuchskörper nacheinander mehrere Teilversuche vorgenommen wurden, wobei das Verhältnis des Innendruckes zum Längszug und damit das Verhältnis der drei Hauptspannungen zueinander innerhalb jedes Teilversuches unverändert erhalten, aber von Teilversuch zu Teilversuch gewechselt wurde. In jedem Teilversuche wurde der Versuchskörper um rd. ½ vH verlängert. Diese Versuchsführung gestattete, die Fließspannungen in Abhängigkeit vom Dehnungsgrade und von der Art des Spannungszustandes zu ermitteln. Schaltet man noch in die Reihe der Teilversuche hinreichend viele Versuche mit reinem Zug (ohne Innendruck) ein, so kann man durch ein geeignetes Verfahren bei der Auswertung die Einflüsse der Beanspruchungsart und der Verfestigung auf die Fließspannungen voneinander trennen.

Das Endergebnis der Untersuchung war folgendes: Die Messungen lassen sich am besten wiedergeben durch die zuerst von Huber und unabhängig von v. Mises vorgeschlagene Gleichung

$$(\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2 = \text{konst.},$$

wo σ_1, σ_2, σ_3 die Hauptspannungen bedeuten und die Konstante wohl vom Dehnungsgrade und von der Versuchsgeschwindigkeit, nicht aber von der Art des Spannungszustandes abhängt. Der Unterschied zwischen den gemessenen und den von der Gleichung vorausgesagten Spannungen beträgt im Mittel nur bis 3,5 vH. Bei Kupfer und Nickel ergab sich diese Gesetzmäßigkeit ohne Ausnahme, bei Eisen dagegen erst bei denjenigen Dehnungsgraden, bei denen das Eisen sich verfestigt. Vor dem Einsetzen der Verfestigung, also während das Eisen kurz nach dem Überschreiten der Fließgrenze unter unveränderlicher Belastung fließt, gehorchen die Spannungen ungefähr der Schubspannungsbedingung.

Bei Gelegenheit dieser Versuche ergab sich ganz von selbst auch die Beantwortung einer zweiten Fragestellung. Die Metalle ändern bei großen Formänderungen ihren Rauminhalt nur sehr wenig. Wenn sich also ein Raumelement eines Metallkörpers in einer Richtung verlängert, muß es sich in andern Richtungen verkürzen, und zwar wird es sich offenbar stets in der Richtung der größten Normalspannung am meisten verlängern und in der Richtung der kleinsten Normalspannung am meisten verkürzen. Es ist nun die Frage, ob und in welchem Maß es sich in der auf beiden senkrechten Richtung (der Richtung der mittleren Hauptspannung) verlängert oder verkürzt.

Diese Frage konnte bei den besprochenen Versuchen mit untersucht werden, und es ergab sich mit einer allerdings nur sehr beschränkten Genauigkeit, daß sich die untersuchten Metalle Eisen, Kupfer und Nickel gegen Schubspannungen ebenso verhalten wie zähe Flüssigkeiten, d. h. daß, wenn σ_1, σ_2, σ_3 wieder die Hauptspannungen und ε_1, ε_2, ε_3 die Geschwindigkeiten der Verlängerungen in den entsprechenden Richtungen sind, annähernd die Beziehung besteht

$$\frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_3}{\sigma_2 - \sigma_3} = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{\sigma_3 - \sigma_1} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\sigma_1 - \sigma_2}.$$

Göttingen [N 1775] Dr. phil. W. Lode

[1]) Auszug aus Heft 303 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I.

Die Brennstofftagung (Fuel Conference) der Weltkraftkonferenz London 1928

Zu den in Heft 5 S. 164 und Heft 7 S. 220 veröffentlichten deutschen Berichten für die vom 24. September bis 6. Oktober in London stattfindende Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz kommt noch ein Bericht von Dr.-Ing. Bansen, Gaswirtschaft in Eisenhüttenwerken (Verein Deutscher Eisenhüttenleute), hinzu. Damit ist die Zahl der deutschen Berichte auf 17 gestiegen. [N 1643]

Zur Ableitung einer Fließbedingung

Von G. Sachs, Berlin-Dahlem

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung

Berechnung der Fließspannungen auf Zug und auf Schub beanspruchter Kristallbündel bei konstanter Schubspannung auf den Gleitsystemen. — Übereinstimmung mit Versuchsergebnissen.

Eine Aufgabe, die für die Technik große Bedeutung hat, ist die Feststellung kritischer Spannungsgrenzen bei verschiedener Beanspruchung eines Werkstoffes. Es wird also z. B. danach gefragt, bei welchen Spannungsgrößen die Elastizitätsgrenze, Streckgrenze oder Fließspannung bei Verdrehung liegen, wenn die entsprechenden Werte für Zug oder Druck bekannt sind.

Die älteren Annahmen, die die größte Normalspannung oder größte Dehnung als maßgebend ansehen, sind heute verlassen. Allgemeinere Anerkennung, besonders durch die Versuche von Guest[1]), hat dagegen die von Coulomb, Mohr u. a. entwickelte Anschauung gefunden, daß es allein auf den Größtwert der Schubspannung ankommt und dieser bei Metallen unter allen Beanspruchungszuständen annähernd konstant ist[2]).

Diese Fließbedingung schließt eine Aussage ein, die durch neuere Untersuchungen widerlegt worden ist. Ein Beanspruchungszustand ist durch die drei Hauptspannungen σ_1, σ_2, σ_3 gekennzeichnet, wobei σ_1 in der Regel als die größte (Zug), σ_3 als die kleinste eingeführt wird. σ_2 ist dann die sogenannte mittlere Hauptspannung. Nach Mohr, der dies ausdrücklich ausspricht, dürfte die mittlere Hauptspannung keinen Einfluß haben. Das Fließen müßte z. B. bei Zug, wo $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ ist, bei der gleichen größten Schubspannung $\tau'_{max} = \frac{\sigma_1}{2}$ eintreten, wie bei reinem Schub (Verdrehung, gedehntes Rohr unter bestimmtem Innendruck usw.), wo $\sigma_1' = -\sigma_2'$, $\sigma_3' = 0$ und $\tau''_{max} = \sigma_1'$ ist. Im Falle des Zuges ist aber die mittlere Hauptspannung der kleineren gleich, im Falle der Verdrehung liegt sie in der Mitte zwischen den beiden andern.

Eingehende Untersuchungen von Ludwik und Scheu[3]), Lode[4]) sowie Roš und Eichinger[5]) haben jedoch eindeutig zum Ergebnis geführt, daß bei Verdrehung und Zug dann eine gleiche Gefahr vorliegt, wenn die Schubspannungen bei Verdrehung um rd. 10 bis 15 vH größer sind als bei Zug.

Dieses Ergebnis wird nun als Bestätigung einer von Huber[6]) und v. Mises[7]) eingeführten Fließbedingung gedeutet, wonach die Gestaltänderungsenergie:

$$A\,4\,\tau_0^2 = A\left[\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2}{2} + \frac{(\sigma_2-\sigma_3)^2}{2} + \frac{(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}\right] \quad . \; . \; (1),$$

worin A eine Konstante und τ_0 die Schubspannung für reinen Zug sind, für die Fließgefahr maßgebend ist. Errechnet man die größte Schubspannung für konstante Gestaltänderungsenergie, so zeigt diese einen etwa parabolischen Gang mit der mittleren Hauptspannung:

$$\tau_{max} = \tau_0 \sqrt{\frac{4}{3+\mu^2}} \text{ [8])} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1a),$$

worin $\mu = \frac{2\,\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$ ist. Für Verdrehung ergibt sich der Höchstwert, der um 15,4 vH über dem Mindestwert für Zug liegt.

Als maßgebende physikalische Größe für die plastische Verformung von quasiisotropen Stoffen wird danach vielfach die Gestaltänderungsenergie angesehen.

Versuche an einzelnen Metallkristallen zeigen anderseits, daß für diese mit guter Annäherung ein kristallographisch ausgezeichneter Wert der Schubspannung die Fließgefahr bestimmt. Und zwar ist die Komponente der Schubspannung auf der Gleitfläche in der Gleitrichtung maßgebend, die im folgenden kurz als **wirksame** Schubspannung bezeichnet sei, im Gegensatz zur (elastizitätstheoretischen) **größten** Schubspannung. Die Messungen von Schmid[9]) an sehr verschieden orientierten Kristallen von Zink führten zu einem gleichbleibenden Wert der Schubspannung an der Streckgrenze mit einer mittleren Abweichung von ± 15 vH, während die Zugspannungen im Verhältnis 1 : 5 standen. Bei Wismutkristallen[10]) ergab sich ebenfalls eine gute Konstanz der Schubspannungen an der Streckgrenze. Auch Versuche an verschieden orientierten Kristallen von α-Messing (72 vH Cu) und veredelten Kristallen einer Aluminiumlegierung mit 5 vH Cu, über die demnächst berichtet werden wird, führten zu einer innerhalb ± 8 bis 10 vH konstanten Schubspannung an der Streckgrenze, während die Zugspannungen dabei fast im Verhältnis 1 : 2 verschieden ausfielen. Und auch der gesamte Kraftverlauf bei Dehnungsversuchen an Aluminium-[11]) und Zinkkristallen[12]) läßt sich bei Zugrundelegung der wirksamen Schubspannung annähernd durch eine einzige Kurve wiedergeben. Ob diese Fließbedingung für Kristalle streng gilt, sei dahingestellt[13]). Jedenfalls faßt sie die Versuchsergebnisse mit guter Annäherung in einer anschaulichen Form zusammen.

Die folgende Untersuchung soll nun zeigen, daß unter der Annahme einer konstanten **wirksamen** Schubspannung beim **einzelnen Kristall** eine Fließbedingung abgeleitet werden kann, die die Abhängigkeit der **größten** Schubspannung im **Kristallhaufwerk** von der mittleren Hauptspannung in Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen erfaßt[14]).

Hierzu denke man sich das Kristallhaufwerk durch ein Bündel verschieden orientierter einzelner Kristalle ersetzt, in denen stets ein dem makroskopischen Spannungszustande ähnlicher herrschen soll. Diese Annahme ist sicher nicht erfüllt und könnte für etwaige geringe Abweichungen zwischen der Theorie und dem Versuch verantwortlich gemacht werden. Die Koppelung der Kristalle sei lediglich in der Weise gedacht, daß bei überelastischer Beanspruchung in jedem Kristall die wirksame Schubspannung den gleichen Wert τ^* hat. Diese zweite Annahme dürfte bei Stoffen mit ausgesprochener Streckgrenze der Erfahrung ziemlich nahe kommen. Im übrigen kann der Einfluß dieser besonderen Annahme hinsichtlich der Art der Koppelung nur von geringem Einfluß sein, da jeder der zu berechnenden Werte dadurch in gleicher Richtung beeinflußt wird.

Es sind nun für dieses Modell die elastizitätstheoretischen Größen, insbesondere die größte Schubspannung zu berechnen. Diese Aufgabe konnte bisher geschlossen nicht gelöst werden; es sei daher lediglich versucht, einachsigen Zug und reinen Schub für Kristalle mit regulär-flächenzentriertem Gitter (Al, Cu, Ni usw.) deren Gleitmechanismus bekannt ist, einander gegenüberzustellen.

Bei Zug ist das Verhältnis der wirksamen Schubspannung τ^* zur Zugspannung s schon für alle Orientierungen berechnet und mitgeteilt worden[15]). Für den vor-

[1]) J. J. Guest, Phil. Mag. [5] Bd. 50 (1900) S. 69.

[2]) Vom Einfluß des mittleren Druckes (hydrostatischen Druckes), der bei Metallen jedenfalls klein ist, sei zunächst ganz abgesehen.

[3]) P. Ludwik und R. Scheu, „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 373.

[4]) W. Lode, Z. f. Phys. Bd. 36 (1926) S. 913; Heft 303 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I; s. a. S. 733 dieses Heftes.

[5]) M. Roš und A. Eichinger, Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr, Zürich 1926.

[6]) A. T. Huber, Czasopismo technizne, Lemberg 1904.

[7]) R. v. Mises, Gött. Nachr. (1913) S. 582.

[8]) Vergl. W. Lode, a. a. O. S. 927.

[9]) E. Schmid, Proc. Int. Congress Applied Mechanics, Delft (1925) S. 342; P. Rosbaud und E. Schmid, Z. f. Phys. Bd. 32 (1925) S. 197.

[10]) M. Georgieff und E. Schmid, Z. f. Phys. Bd. 36 (1926) S. 759.

[11]) R. Karnop und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 41 (1927) S. 116; G. Sachs, Z. Bd. 71 (1927) S. 577.

[12]) E. Schmid, Z. f. Phys. Bd. 40 (1926) S. 54.

[13]) Systematische Abweichungen (Erhöhung) bei hochsymmetrischen Orientierungen dürften auf Störung des einfachen Gleitmechanismus zurückzuführen sein.

[14]) Auf diese Möglichkeit weist schon L. Prandtl hin, vergl. W. Lode, a. a. O. S. 934.

[15]) v. Göler und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 41 (1927) S. 107.

Abb. 1
Verhältnis der größten Schubspannung zur wirksamen in verschieden orientierten Kristallen mit regulär-flächenzentriertem Gitter, die auf Zug beansprucht sind.

liegenden Zweck braucht man das Verhältnis zwischen der größten Schubspannung τ'_{max} und der wirksamen Schubspannung τ^*:

$$\frac{\tau'_{max}}{\tau^*} = \frac{s}{2\,\tau} = \frac{1}{2\cos\varphi\cos\varrho} \quad \ldots\ldots\ldots (2),$$

worin der Winkel der Stabachse zur Gleitflächennormale (Würfeldiagonale 111) φ und zur Gleitrichtung (Würfelflächendiagonale 110) ϱ ist. Die gesamte Orientierungsmannigfaltigkeit dieser $\frac{\tau'_{max}}{\tau^*}$-Werte läßt sich in einem sphärischen Dreieck, Abb. 1, darstellen[16]). Die Werte liegen in den Grenzen 1 und 1,85. Da das Mittel der größten Schubspannung bei gleichem Gewicht jeder Orientierung gesucht wird, ist das sphärische Dreieck in

[16]) G. Sachs, Z. Bd. 71 (1927) S. 577. Jeder Punkt des Dreiecks gibt eine bestimmte Lage des Probestabes an; die Winkel der Stabachse zu den angeschriebenen und andern Kristallrichtungen können mit Hilfe eines passenden Netzes abgegriffen werden.

Abb. 3
Die zur Erreichung konstanter wirksamer Schubspannung notwendige größte Schubspannung bei Verdrehung von Kristallen.

flächentreuer Projektion dargestellt. Der Mittelwert ergibt sich durch einfache Ausmittelung zu:

$$\frac{\tau'_m}{\tau^*}\ \text{(für Zug)} = 1{,}11_9.$$

Ist nun im allgemeinen Fall die mittlere Hauptspannung nicht gleich einer der beiden andern, so wird die Orientierung eines Stabes festgelegt durch die Lage zweier Hauptspannungen zum Kristallgitter. Für jede mögliche Orientierung muß wieder das Verhältnis der größten Schubspannung zur wirksamen ermittelt werden. Die wirksame Schubspannung ist hierbei der höchste Wert der zwölf Schubspannungen auf den verschiedenen möglichen Gleitsystemen:

Gleitfläche f	Gleitrichtung r
111	$0\bar{1}1$
111	$\bar{1}01$
111	$\bar{1}01$
$\bar{1}11$	$0\bar{1}1$
$\bar{1}11$	110
$\bar{1}11$	101
$1\bar{1}1$	$\bar{1}01$
$1\bar{1}1$	110
$1\bar{1}1$	011
$\overline{11}1$	$\bar{1}10$
$\overline{11}1$	101
$\overline{11}1$	011

Abb. 2
Bedeutung der sphärischen Koordinaten.
f Gleitflächennormale [111]
r Gleitrichtung [110]

Die Verhältniszahlen liegen jetzt in den Grenzen 1 : 2,45, was schon erkennen läßt, daß für diesen Fall die größte Schubspannung höher ausfallen muß als für Zug.

Zur Feststellung des Mittelwertes mittelt man zunächst über alle Orientierungen, bei denen eine bestimmte Kristallrichtung die Winkel 45° zur größten und kleinsten Hauptspannung einschließt. Es sind dies die Spannungszustände in den Oberflächenelementen eines verdrehten und nach der betreffenden Kristallrichtung orientierten Kristallstabes. Das Verhältnis der größten zur wirksamen Schubspannung auf einem bestimmten Gleitsystem f, r an jeder Stelle des Umfanges ist auch für diesen Fall bekannt[17]):

$$\frac{\tau''_{max}}{\tau^*} = \frac{1}{A\cos(\lambda - \lambda_0)} \quad \ldots\ldots\ldots (3),$$

worin

$$A = \sqrt{-\frac{1}{2}(\cos\varphi + \cos\varrho + 2\cos\varphi\cos\varrho)}$$

und

$$\lambda_0 = \text{arc tg}\,[(\text{tg}^2\,\varphi - 1)\,\text{ctg}\,(\lambda_\varrho - \lambda_\varphi)] + \lambda_\varphi,$$

wobei λ die zweite sphärische Koordinate der Gleitflächennormale und Gleitrichtung entsprechend Abb. 2 ist.

Die Durchrechnung dieser Aufgabe wird umständlich dadurch, daß von vornherein nicht bekannt ist, welches Gleitsystem an jeder Oberflächenstelle das wirksame ist. Dies ergibt sich erst bei der graphischen Darstellung der Ergebnisse, wofür Abb. 3 einige Beispiele zeigt.

Die durch Planimetrieren bestimmten Mittelwerte lassen sich nun wieder zur Konstruktion eines Schichtliniennetzes[18]) in einem sphärischen Dreieck, Abb. 4, verwenden. Hieraus ergibt sich dann als Gesamtmittelwert:

$$\frac{\tau''_m}{\tau^*}\ \text{(für Verdrehung)} = 1{,}29_3$$

und schließlich:

$$\frac{\tau''_m}{\tau'_m} = 1{,}15_5\,.$$

[17]) H. J. Gough, S. J. Wright und D. Hanson, Inst. Metals Bd. 36 (19 6, 2. T.) S. 173.

[18]) Das Schichtliniennetz hat nebenbei noch die Bedeutung, daß es für ein verdrehtes dünnes Kristallrohr, bei dem in allen Kristallteilen die gleiche wirksame Schubspannung herrscht, die mittlere größte Schubspannung angibt.

Abb. 4
Verhältnis der mittleren größten Schubspannung zur wirksamen in verschieden orientierten Kristallen mit regulär-flächenzentriertem Gitter, die auf Verdrehung beansprucht sind.

Die größte Schubspannung für ein Kristallhaufwerk bei Annahme einer konstanten wirksamen Schubspannung in den einzelnen Kristallen ergibt sich also für reinen Schub (Torsion) um 15,5 vH höher als für einachsigen Zug. Die Genauigkeit beträgt schätzungsweise ± 1 vH. Es berechnet sich also fast der gleiche Unterschied wie aus der Annahme konstanter Gestaltänderungsenergie (15,4 vH).

Wie die folgende Zusammenstellung zeigt, ergeben die neueren Versuchswerte im Mittel einen um etwa 3,5 vH geringeren Wert:

Forscher	Stoff	Verhältnis zwischen größter Schubspannung bei reinem Schub und Zug: Einzelwerte	Mittelwert
Ludwik-Scheu	Kupfer		< 1,14
Lode	Kupfer	1,14; 1,10; 1,11; 1,11	$= 1{,}11_5$
	Nickel	1,14; 1,12; 1,11	= 1,12
	Eisen	1,03; 1,14; 1,12; 1,07; 1,11; 1,13	= 1,10
Roš-Eichinger	Eisen	1,14; 1,13	$= 1{,}13_5$
		Gesamtmittel	1,12 ± 0,015

Es liegt nahe, diese Abweichung auf die Wirkung der Bindung der Kristalle in einem Haufwerk zurückzuführen. Die charakteristische Verformung einzelner Kristalle zu flachen Bändern ist dadurch unterbunden, was aber gleichbedeutend ist mit einer zusätzlichen Querbeanspruchung des Kristalls. Wie das durchgerechnete Beispiel zeigt, muß dies aber bei Zug eine Erhöhung, bei Schub eine Herabsetzung der mittleren größten Schubspannung zur Folge haben. Es ist nicht aussichtslos, auch diesem Einfluß rechnerisch beizukommen.

Obwohl die Rechnung für Stoffe mit flächenzentriertem Gitter (Kupfer, Nickel) durchgeführt ist, scheint das Ergebnis auch für das körperzentrierte Eisen gut zu gelten. Wie groß die Verhältniszahl für niedriger symmetrische Gitter ausfällt, läßt sich vorläufig nicht übersehen[19].

Für den allgemeinen Beanspruchungsfall ist die Lösung noch nicht ermittelt. Man wird jedoch, wie die Versuchsergebnisse lehren, der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man einen parabolischen Gang der größten Schubspannung mit der mittleren Hauptspannung annimmt:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left[1 + a\,(1 + \mu)\,(1 - \mu)\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; (4),$$

worin a für reguläre Stoffe 0,12 gesetzt werden kann, oder in allgemeinerer Form unter Berücksichtigung eines etwaigen Einflusses des hydrostatischen Druckes p:

$$\tau_{max} = \tau(p) \left[1 + a\,(1 + \mu)\,(1 - \mu)\right] \quad . \; . \; . \; . \; (4a),$$

worin $p = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ und $\tau(p)$ eine bisher noch unbekannte Funktion ist, die für Metalle wenig veränderlich ist.

Für rechnerische Zwecke bietet die Gestaltänderungsenergie-Bedingung [1] und [1 a] nach wie vor eine gute Darstellung des experimentellen Befundes. Damit kann aber noch keineswegs begründet werden, daß sie auch als physikalisch maßgebende Größe anzusehen ist. Sie entwickelt sich aus den Vorstellungen der Stetigkeitsmechanik. Für den Kristallbau hat sich aber die atomistische Anschauung als so fruchtbar erwiesen, daß kein Grund vorliegt, eine dahingehende Erscheinung andersartig zu deuten. Die jüngste Entwicklung der Physik lehrt allgemein, daß jede Erscheinung sich sowohl quantenhaft als auch kontinuierlich beschreiben läßt[20]. Welches Verfahren man im einzelnen Fall anwenden wird, ist eine reine Zweckmäßigkeitsfrage[21].

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein erster Versuch gemacht, Erscheinungen bei bleibender Verformung von Kristallhaufwerken aus den Eigenschaften einzelner Kristalle abzuleiten. Ein Vergleich von Zugbeanspruchung und Verdrehungsbeanspruchung bei konstanter wirksamer Schubspannung in den Kristallgleitflächen regulär-flächenzentrierter Kristalle ergibt für Verdrehung eine um 15,5 vH höhere größte Schubspannung als für Zug oder Druck. Die von verschiedenen Forschern mitgeteilten Versuchswerte für Kupfer, Nickel und auch Eisen führen für diesen Unterschied zu einem Mittelwert von 12 ± 1,5 vH.

[19] Vergl. P. Ludwik, Ber. Werkstoffausschuß V.d.E. Nr. 121 (1928).
[20] R. v. Mises hat kürzlich auch einen Versuch unternommen, die Fließerscheinungen bei Kristallen durch Spannungsfunktionen zu beschreiben.
[21] Vergl. P. P. Ewald, Aufbau der festen Materie S. 284, im Handbuch der Physik Bd. 24.

[B 1578]

Bauart und Wirkungsweise der „Booster"

Der „Booster", d. h. die Zusatzmaschine der Dampflokomotive, bürgert sich auf den Bahnen Nordamerikas und Kanadas immer mehr ein. Diese Maschine, meist zweizylindrig, schnellaufend, treibt über eine Zahnradübersetzung die hinterste Achse unter dem Führerhaus an und liefert, insbesondere auf Steigungen und beim Anfahren, die wünschenswerte oder notwendige Erhöhung der Zugkraft. Da die Zusatzantriebachse entweder seitenverschieblich ist oder sogar in einem besondern zwei- oder dreiachsigen Drehgestell untergebracht wird, so muß die Dampfzuleitung mit Gelenken versehen sein.

Die Zusatzmaschine erhält meist überhitzten Dampf, bisweilen auch Sattdampf. Ihre Füllung ist unveränderlich, meist gleich 75 vH. Das Getriebe steht außer Eingriff, wenn die Zusatzmaschine nicht in Betrieb ist. Alle Schaltbewegungen bei Inbetriebnahme werden selbsttätig mittels Druckluft gesteuert: wird die Klinke am Steuerbock umgelegt, so schaltet sich das Getriebe ein, dann öffnet sich selbsttätig eine Anlaßleitung, die Sattdampf in die Zylinder treten läßt, sie wird nach kurzer Zeit ebenfalls selbsttätig wieder abgestellt, und Heißdampf erhält Zutritt zu den Zylindern; schließlich werden auch die Ablaßhähne für das Niederschlagwasser geschlossen.

Die Zusatzmaschine hatte in einem Falle bei 13 at Dampfüberdruck 17 bis 20° Überhitzung, 1144 mm Laufrad-Dmr. und bei 11 km/h Geschwindigkeit 90 vH, bei 26 km/h 95 vH mechanischen Wirkungsgrad. Bei 32 km/h hatte die Zusatzmaschine 316 PS Nutzleistung, wobei im Mittel der Dampfverbrauch 16 kg/PSh betrug. Beim Anfahren entwickelte eine 2 B 1-Personenzuglokomotive ohne Zusatzmaschine 9900 kg, mit ihr 13 410 kg Zugkraft, eine 2 C 1-Güterzuglokomotive 16 875 und 20 925 kg. („Verkehrstechnik" Bd. 41 (1928) S. 232/235*)

[N 1584] Gsl.

Brückenkabelbagger für eine Braunkohlengrube

Von Dipl.-Ing. M. Bruckmann, Leipzig

Der Kabelbagger als neuartiges Fördermittel, bei dem an Stelle des Fördergefäßes und Greifers ein Schürfkübel tritt. — Entwicklung der deutschen Bauart aus dem ursprünglich amerikanischen Gerät. — Erstmalige Anwendung eines Brückenkabelbaggers infolge besonderer Abbauverhältnisse im rheinischen Braunkohlenbergbau bei der Grube „Vereinigte Ville" bei Berrenrath. — Ausbildung dieses neuartigen Fördermittels aus dem Kabelkran und Brückenkabelkran. — Hauptabmessungen und Leistungsangaben.

Seit etwa zwei Jahren sucht die Braunkohlenindustrie in dem allgemeinen Bestreben nach Erhöhung ihrer Leistungen unter gleichzeitiger Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Betriebsanlagen nach Hilfsmitteln, die nicht nur durch eine Vergrößerung der bisher bekannten Geräte gefunden werden können. Die deutsche Förderanlagenindustrie ist in hohem Maß bestrebt gewesen diesem Bedürfnis nachzukommen und hat in Baggern großer Leistung und neuartiger Bauweisen, in Absetzapparaten, Abraumförderbrücken und Kabelbaggern diesen Forderungen Rechnung zu tragen gesucht.

Abb. 1
Grundsätzliche Anordnung des Kabelbaggers mit Flaschenzug.

a Maschinenturm
b Hub- und Fahrwinde
c Flaschenzug
d_1 Tragkabel in höchster,
d_2 in tiefster Stellung
e Gegentürme
f Fahr- und Schürfseil
g Spanngewicht für das Fahrseil
h Gegengewicht
i Seilvorrat für größere Spannweite
k Schürfkübel
l Überladetrichter

Die Kabelbagger, Abb. 1, haben sich aus den Kabelkranen entwickelt[1]) und sind für die Zwecke des Abraumbetriebes der Braunkohlen-Tagebaue in Formen entwickelt worden, die von den aus Amerika überkommenen weit abweichen. Denn die amerikanische Bauart der Kabelbagger hat sich für den gedachten Zweck als nicht entwicklungsfähig erwiesen. Der Kabelbagger unterscheidet sich vom Kabelkran in der Hauptsache dadurch, daß an die Stelle des an einem Lasthaken hängenden Fördergefäßes oder des Greifers ein Schürfkübel tritt, dem gleichzeitig das Graben und die Förderung des gewonnenen Gutes über den Tagebau hinweg zufällt. Der Schürfkübel wird nicht an einem besonderen Hubseil aufgehängt, weil ihm dann die für die Grabarbeit notwendige sichere Führung fehlen würde. Aus dem gleichen Grunde wählt man meist auch zwei Tragkabel. Das Heben und Senken wird beim Kabelbagger durch Längen und Kürzen des oder der Tragkabel erreicht. Diese werden daher nur an einem Turm unmittelbar befestigt; an dem andern Turm stehen sie in Verbindung mit einem Flaschenzug nach Abb. 1, oder einer Schwinge nach Abb. 2, die die Länge der Tragkabel soweit zu verändern gestattet, daß der Schürfkübel in der tiefsten Stellung auf dem Boden entlang gezogen werden kann, während er für die Förderung (unter Umständen in beträchtlicher Höhe) frei in der Luft schwebt. Die auf diese Weise erreichte Hubhöhe beträgt bei den bisherigen Ausführungen etwa 10 bis 20 m.

Um zum Brückenkabelbagger zu gelangen, war noch eine andre Entwicklungsstufe notwendig, der sogenannte Brückenkabelkran[2]). Bei Kabelkranen gewöhnlicher Bauart wird die Seilspannung aufgenommen durch das Gewicht der Türme, das durch besondere Spanngewichte auf das erforderliche Maß gebracht wird. Dabei pflegen die Spanngewichte ein Mehrfaches der Eigengewichte der Türme auszumachen und infolgedessen die Konstruktionsabmessungen der Kabelkrantürme im wesentlichen zu bestimmen. Für geringe Spannweiten ist aus verschiedenen Gründen die Ausführung als Kabelkran den Verladebrücken mit fester Fahrbahn wirtschaftlich unterlegen. Die Grenze liegt bei etwa 80 bis 100 m Spannweite. Um die Vorteile des Kabelkrans auch auf das Gebiet unterhalb dieser Abmessungen zu übertragen, ist man deshalb dazu übergegangen, die Seilspannung durch einen festen Brückenträger aufzunehmen, der die beiden Kabelkrantürme miteinander verbindet. Dabei werden die Tragkabel an den Enden dieses Brückenträgers in der neutralen Zone befestigt, so daß der Träger durch das Gewicht der Laufkatze und der Last nicht auf Biegung, sondern nur auf Druck beansprucht wird. Man kann darüber hinaus die Befestigung oberhalb der neutralen Linie so vornehmen, daß auch die Biegebeanspruchung aus Eigengewicht aufgehoben wird, womit ein praktisch biegungsloser Träger erzielt ist. Dieser muß unter allen Umständen leichter und damit billiger sein als ein Brückenträger, dessen Untergurt als Fahrbahn dient. Infolge dieses und andrer Vorteile haben sich die Brückenkabelkrane in den letzten Jahren immer mehr eingeführt.

Abb. 2
Grundsätzliche Anordnung eines Kabelbaggers mit Hubschwingen.

a Fahr- und Schürfwinde *b* Hubwinde *c* Hubseil *d* Schwinge
e Gegengewicht für Schwinge *f* Gegengewicht *g* Tragkabel *h* Fahrseil

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 427.
[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 670.

a Maschinenturm
b Gegenturm (Pendelstütze)
c feste Brücke
d 100 m langer Ausleger
e Führerhaus
f Laufkatze mit Schürfkübel
f_1 Schürfkübel in Kippstellung
g Stoppwinde
h Schürfwinde
i Hubwinde
k Raum für Widerstände

Abb. 4 bis 7
Brückenkabelbagger der Grube „Vereinigte Ville" bei Berrenrath, Rheinland, erbaut von Adolf Bleichert & Co., A.-G., Leipzig.

Abb. 3. Brückenkabelbagger im Braunkohlen-Tagebau der Grube „Vereinigte Ville", Rheinland.

Gesamtaufbau

Es liegt nahe, für besondere Verhältnisse im Braunkohlenbergbau den Kabelbagger in ähnlicher Form als Brückenkabelbagger auszubilden. Bei der Grube „Vereinigte Ville“, Rheinland, sollte z. B. der Abraum nicht über den sehr ausgedehnten Tagebau hinweggefördert werden, weil infolge des günstigen Verhältnisses von Kohle zu Abraum im rheinischen Braunkohlengebiet stets so große Kohlenmengen freigelegt werden können, daß ihr Abbau längere Zeit in Anspruch nimmt und die gesamten Fördereinrichtungen nicht so schnell nachzufolgen brauchen, wie dies z. B. im mitteldeutschen Braunkohlengebiet mit seinen im Verhältnis zur Kohle meist viel stärkeren Deckgebirgschichten der Fall ist. Hier genügen die Abraummengen bei weitem nicht, um das Feld wieder zu verfüllen, so daß schon aus diesem Grunde die in Mitteldeutschland üblichen Verfahren nicht ohne weiteres angewendet werden können. Infolgedessen entschloß sich die Grubenverwaltung als erste zur Bestellung eines völlig neuartigen Geräts, eines Brückenkabelbaggers, Abb. 3 und 4 bis 7, der mit seinem Maschinenturm *a* auf dem gewachsenen Boden des Deckgebirges läuft, während der Gegenturm *b* sich auf die Kohlenfläche des Mittelschnittes stützt. Der Höhenunterschied zwischen den beiden Fahrbahnen beträgt durchschnittlich 39 m, die Entfernung zwischen den beiden Stützpunkten rd. 150 m, die Gesamtentfernung zwischen Baggerstelle und äußerster Absturzstelle rd. 250 m. Die Baggerstrosse weist ein ungleichmäßiges Gefäll auf, das mit ungefähr 1 : 50 im Durchschnitt angenommen werden kann. Auf der Deckgebirgseite sind beträchtliche Unebenheiten vorhanden, die eine weitere Veränderung des Höhenunterschiedes der beiden Stützpunkte um mehrere Meter verursachen können.

Die feste Brücke *c* zwischen den beiden Stützen wird jenseits der Pendelstütze in einem etwa 100 m langen Ausleger *d* fortgesetzt. Der Ausleger wird durch Abspannseile an der Brücke befestigt. Infolgedessen war die Pendelstütze über die Brückenlinie hinaus um etwa 32 m zu erhöhen, um einen Auflagepunkt für die Abspannseile zu schaffen. Die Bezeichnung „Pendelstütze“ ist in mehrfacher Beziehung gerechtfertigt. Zum Ausgleich der Höhenunterschiede zwischen den Fahrbahnen der beiden

Abb. 8
Maschinenturm des Brückenkabelbaggers.

Abb. 11

Abb. 9 bis 11
Hubwinde.

a Hubseil
b_1, b_2 Hubseiltrommeln
c Hubmotor
d Gegengewichtsseil

Abb. 13

Abb. 14

Türme sind Brücke und Ausleger gelenkig am Maschinenturm befestigt, dagegen bleibt der Winkel zwischen der oberen Verlängerung der Pendelstütze und dem Brückenträger auf der einen Seite und dem Ausleger auf der andern Seite unveränderlich. Der Ausgleich muß daher durch Bewegungen der Pendelstütze in der Richtung der Brückenachse gefunden werden, die bis zu rd. 2 m nach jeder Seite am tiefsten Punkt zulässig sind. Die Pendelstütze ist zu diesem Zweck auf dem Fahrwerk gelenkig gelagert. Außerdem muß eine gewisse Verdrehung der Brücke um die Pendelstütze möglich sein, wenn die beiden Stützen sich ungleichmäßig fortbewegen oder wenn der Brückenkabelbagger einer nicht geradlinigen Straße zu folgen hat. Der Ausschlag kann nach jeder Seite 5° 44′ betragen. Schließlich ist noch eine Bewegung der Pendelstütze um die senkrechte Achse der Brücke in der Fortbewegungsrichtung des Kabelbaggers erforderlich zur Überwindung der Unebenheiten im Gelände. In bedeutend geringerem Maße müssen diese Bewegungen auch am Maschinenturm möglich sein.

Die sämtlichen Bewegungen des Schürfgerätes werden von einer Winde abgeleitet, die in der festen Stütze auf dem Deckgebirge, dem sogenannten Maschinenturm, Abb. 8, eingebaut ist. An der Brücke befindet sich, möglichst in der Nähe der Schürfstelle, das Führerhaus, von dem aus die Steuerbewegungen auf elektrischem Wege auf die Antriebmaschinen übertragen werden. Der Kabelbagger wird auf Raupenfahrwerken fortbewegt; man hat damit die infolge der umständlichen Verlegungsarbeiten teueren Baggergleise entbehrlich gemacht.

Die

Arbeitsweise

weicht nicht von der des Kabelbaggers ab. Der leere Kübel wird durch Ablassen der Tragkabel an der Schürfstelle auf die Erde aufgesetzt und dann über den Boden

fortgezogen, bis er sich gefüllt hat. Hierzu ist bei der beschriebenen Anlage ein Schürfweg von rd. 4 bis 5 m, je nach der Bodenbeschaffenheit, erforderlich. Dann wird der Schürfkübel angehoben und durch die Pendelstütze hindurch nach der Absturzstelle verfahren. An der Absturzstelle fährt er gegen einen Entleerungsanschlag, wodurch der Kübel zum Kippen kommt. Dann tritt er unter gleichzeitigem Senken der Tragkabel seinen Weg nach der Schürfstelle wieder an. Schürfen, Fahren und Entleeren kann naturgemäß nicht mit der gleichen Geschwindigkeit vor sich gehen. Infolgedessen muß die Schürf- und Fahrwinde mit mehreren Geschwindigkeiten arbeiten. Man pflegt für das Schürfen und Entleeren die gleiche Geschwindigkeit zu wählen, und zwar im vorliegenden Fall 60 m/min, während das Katzfahren mit 480 m/min, das Tragkabelheben mit 8 m/min und das Turmfahren mit 3 m/min vor sich geht. Der Abraum besteht aus Sand und Kies, Ton und Lehm und hat ein Schüttgewicht von 1800 kg/m³. Vereinzelt kommen Steine von größeren Abmessungen vor.

Einzelheiten der Anlage

Die beiden Tragseile haben 44 mm Dmr. und sind in Spiralkonstruktion mit je 61 Drähten von 145 kg/mm² Bruchfestigkeit ausgeführt. Sie werden am Ende des Auslegers in der für Kabelkrane üblichen Weise mit Endmuffe befestigt und sind am Maschinenturm mit einer Schwinge von 6 m Länge verbunden, die ihrerseits am Maschinenturm beweglich gelagert ist, s. a. Abb. 2. Die Schwinge und damit die Tragkabel werden mittels der Hubvorrichtung, Abb. 9 bis 11, gehoben und gesenkt. Das Hubseil a ist flaschenzugartig mehrfach eingeschert, seine Bewegung wird von der Hubwinde abgeleitet, die entsprechend der Zahl der vorhandenen Hubseile zwei Trommeln b_1 und b_2 aufweist. Damit der Hubmotor c möglichst gleichmäßig belastet wird, ist an jeder Trommel durch Seilzug d ein Gegengewicht befestigt, durch das die Hubarbeit des Motors unterstützt und das Nachlassen abgebremst wird. Die Hubwinde steht im Windenhaus neben der Fahr- und Schürfwinde.

Abb. 13 bis 15
Schürf- und Fahrwinde mit Stoppwinde.

a_1, a_2 Antriebmotoren für die Schürf- und Fahrwinde b Seiltrommel c_1, c_2 Fahrseile d Schürfseil e_1, e_2 elektrisch betätigte Kupplungen f Schraubenspindel g Wandermutter h Anschläge i Motorbremsmagnet

Die Laufkatze, Abb. 12, weist acht Laufräder von 650 mm Dmr. auf und hat nach der Deckgebirgseite zu einen Ausleger mit einer Umführrolle, mit der sie gegen die Entleerungsanschläge auf dem Fahrseil anstößt. Der Ausleger kann sich unter dem Anschlag entlang weiter fortbewegen, während die Umführrolle festgehalten wird und dadurch der Kübel zum Kippen kommt. Der Kübel faßt 6 m³, die durch Überfüllung bedeutend überschritten werden. Die Spur der Tragkabel beträgt 2,7 m. Der Kettenzaum, mit dem der Schürfkübel an der Laufkatze befestigt ist, ist in der Mitte der Tragkabelspur zu einem Geschirr zusammengeführt, an dem die beiden 24 mm dicken Schürf- und Fahrseile angreifen. Diese sind als Litzenseile aus 48 Drähten zu je 1 mm Dicke und 180 kg/mm² Festigkeit ausgebildet. Sie gehen vom Schürfkübel nach der Schürf- und Fahrwinde, Abb. 13 bis 15. Von dort läuft über entsprechende Führungen am Maschinenturm und an der Brücke, über die Endumführung am Ausleger wieder nach dem Schürfkübel das sogenannte obere Fahrseil von ebenfalls 24 mm Dmr., das die beiden Schürf- und Fahrseile zum endlosen Seilzug ergänzt.

Die Schürf- und Fahrwinde ist als Eintrommelwinde ausgeführt und hat zwei Antriebmotoren a_1 und a_2. Die Trommel b ist mit eingedrehten Rillen für die Seilführung, und zwar je zur Hälfte in Rechts- und Linksdrehung versehen. An den beiden Enden der Trommel laufen die Fahrseile c_1 und c_2, sowie die Schürfseile d ein und in der Mitte der Trommel das obere Fahrseil c_1 aus. Durch entsprechende, elektrisch betätigte Kupplungen e_1 und e_2 können abwechselnd die beiden Fahrgeschwindigkeiten eingeschaltet werden. Der Wechsel der Fahrtrichtung wird durch Umschalten der Motoren erreicht.

Die Achse der Windentrommel ist nach einer Seite verlängert durch eine Schraubenspindel f, auf der sich eine Wandermutter g hin und her bewegt. Die Wandermutter betätigt durch Gegenfahren gegen entsprechende Anschläge h Schaltvorrichtungen zum Einschalten der verschiedenen Geschwindigkeiten der Schürf- und Fahrwinde. Die Stellung dieser Anschläge ist abhängig von der Stellung der Entleerungsanschläge auf den Tragkabeln. Die Einrichtung ist so getroffen, daß wenige Meter, bevor der Schürfkübel auf seiner Fahrt zur Absturzstelle die Anschläge erreicht, die Schürf- und Fahrwinde ausgeschaltet wird. Die Entleerungsanschläge sind verfahrbar, so daß sie beliebig an jede Stelle des Förderweges gerückt werden können.

Die Bewegung wird abgeleitet von einer besonderen Winde, der sogenannten Stoppwinde (Entleerungsanschlag = Stopp), und mittels zweier Litzenseile von 16 mm Dmr. übertragen. Diese Seile müssen wegen ihrer großen Länge und der geringen, außerdem nur während des Verfahrens auftretenden Zugbeanspruchung durch eine einfache besondere Gewichtspannvorrichtung gespannt werden. Die Stoppwinde wird durch einen Motor von 6 bis 7 PS angetrieben.

Abb. 12
Laufkatze mit Schürfkübel beim Entleeren.

Der Maschinenturm, Abb. 7 und 8, die feste Stütze auf der Deckgebirgseite, ist in der Form eines ebenen Dreiecks ausgebildet und trägt auf der wagerechten Grundlinie das Windenhaus und das Transformatorenhaus. Ein beweglicher Lenker führt zum Endpunkt der festen Brücke, die selbst etwa in Form eines Parabelträgers ausgeführt ist. Die Pendelstütze setzt sich ebenfalls aus zwei Dreieckfachwerken zusammen, die gelenkig miteinander verbunden sind. Der Ausleger bildet wieder einen Parabelträger, der durch zwei Abspannseile von 64 mm Dmr. und 145 kg/mm² Bruchfestigkeit, bestehend aus 91 Drähten in Spiralkonstruktion, über die Spitze der Pendelstütze hinweg, die 32 m über der Brückenlinie liegt, mit der festen Brücke verbunden ist. Beide Stützen laufen auf je vier Raupenfahrwerken, Abb. 16, die zu je zweien zu einem sogenannten Raupenwagen verbunden sind.

Die Raupen unterscheiden sich von andern Ausführungen vor allen Dingen dadurch, daß an Stelle weniger großer Führungsrollen für die Raupenkette zahlreiche kleine Druckrollen verwendet worden sind. Man hat diese Anordnung getroffen, weil die Berechnung ergab, daß beim Überfahren von Steinen, die durch das Gewicht der Brücke nicht zerdrückt werden, und die nicht größer sind, als ein Kettenglied breit ist, ein Druck auf wenige in großen Abständen verteilte Rollen entstehen müßte, der niemals von einem derartigen Konstruktionsteil aufgenommen werden könnte. Infolgedessen mußte man dazu übergehen, die Rollenteilung und damit den Rollendurchmesser so klein zu machen, daß ein Aufbiegen der Raupenkette nicht möglich ist. Das Querstück, das zwei Raupen zu einem Raupenwagen verbindet, ist um seine Längsachse beweglich, damit das Überfahren von Geländeunebenheiten ermöglicht wird. Die Turmfüße sind ebenfalls an diesem Querstück gelenkig befestigt, um das Ganze in jeder Richtung beweglich zu machen, wie oben als notwendig bezeichnet wurde.

Jede Raupe hat einen Antriebmotor. Eine große Schwierigkeit bestand für den Konstrukteur in der richtigen Bemessung dieser Raupen, besonders deswegen, weil Vergleichswerte für die zulässigen Bodendrücke eigentlich nicht vorhanden waren. Man ist infolgedessen in keinem Fall über 1,5 kg/cm² Bodendruck hinausgegangen. Wie schon die Abbildungen zeigen, hinterlassen die Fahrwerke dieses riesigen Bauwerks, das im ganzen 650 t wiegt, kaum eine merkliche Spur.

Der Brückenkabelbagger wird vom Führerhaus aus gesteuert, das unterhalb der Brückenkonstruktion aufgehängt ist. Ungefähr senkrecht darüber befindet sich ein geschlossener Raum, in dem die Anlaßwiderstände untergebracht wurden. Zur Steuerung dienen Anlaßschalter für die Antriebmotoren und die Bremslüftmotoren, und zwar für die Fahr- und Schürfwinde, für die Hubwinde, für die Stoppwinde und für die Fahrmotoren in den Raupenfahrwerken. Außer der oben geschilderten Umsteuerung der Geschwindigkeitsstufen der Fahr- und Schürfwinde kann diese natürlich auch willkürlich vom Führerhaus aus betätigt werden.

Die Arbeit des Führers wird durch mannigfache Einrichtungen erleichtert. Vor allen Dingen muß erreicht werden, daß die Anlage auch bei Dunkelheit und unsichtigem Wetter mit der gleichen Genauigkeit arbeitet wie im hellen Tageslicht. Deswegen sind nach dem Vorbild der Kabelkrane Zeigervorrichtungen für sämtliche Bewegungen vorgesehen, und zwar ein Zeiger für das Katzfahren, ein Zeiger für das Heben und Senken und eine Zielvorrichtung, die die Stellung der Türme zueinander in jedem Augenblick nachzuprüfen gestattet. Änderungen in der Fahrtrichtung der Brücke werden, wie bei andern Raupenfahrwerken, erreicht durch entsprechende Betätigung der einzelnen Fahrmotoren. Dabei sowie bei der Veränderung des Höhenunterschiedes und des Spurabstandes der beiden Stützenfahrbahnen dürfen die zulässigen Abweichungen von der normalen Lage der Bauteile zueinander nicht überschritten werden.

Abb. 16
Raupenfahrwerke der Pendelstütze.

Um Betriebstörungen infolge Unachtsamkeit oder Behinderung des Führers zu vermeiden, hat man Sicherheitsvorrichtungen in Form von Endausschaltern vorgesehen, wodurch die die betreffenden Bewegungen verursachenden Motoren oder auch alle in dem betreffenden Zeitpunkt arbeitenden Motoren stillgesetzt werden. Auf dem Stoppwagen befindet sich ein Endausschalter, der die Fahr- und Schürfwinde nach Beendigung des Entleerhubes stillsetzt. Auf dieselbe Weise ist der Fahrweg des Schürfkübels am Maschinenturm begrenzt. Auch die Überschreitung der höchsten und niedrigsten Stellung der Hubschwinge wird durch Endschalter verhindert.

Die wagerechte Verdrehung beider Stützen bei Richtungsänderungen des Fahrweges kann gleichfalls nicht über das zulässige Höchstmaß hinausgetrieben werden, weil dann die Fahrmotoren selbsttätig stillgesetzt werden. Auch eine Überschreitung der zulässigen Neigung der Pendelstütze wird auf diese Weise verhindert. Es geht daraus hervor, daß selbst bei wenig aufmerksamer oder wenig sachkundiger Bedienung des Brückenkabelbaggers nachhaltige Störungen nicht eintreten werden. Sämtliche zulässigen Abweichungen sind so groß gewählt und sämtliche Ausschalter in entsprechender Weise angebracht, daß für die normale Arbeit ein sicheres Steuern ohne ständiges Ansprechen der Sicherheitsvorrichtungen gewährleistet ist.

Der von Adolf Bleichert & Co., A.-G., Leipzig, erbaute Brückenkabelbagger der Grube „Vereinigte Ville" steht seit kurzem im Probebetrieb, so daß endgültige Angaben über Leistungen, Kraftbedarf und Bewährung noch nicht gemacht werden können. Jedenfalls darf dieses kühne Bauwerk heute schon rein als solches die lebhafte Beachtung der Ingenieure für sich in Anspruch nehmen. Wie es sich im praktischen bergmännischen Betrieb bewähren wird, kann man ruhig abwarten. [B 1254]

Berichtigung

Technik und industrielle Entwicklung in China

In dem Aufsatz von Obering. Mosig in Z. Nr. 16 vom 21. April 1928 muß es in Zahlentafel 1 richtig heißen: Hai-kuan-Taels. Auf S. 518 r. Sp., vorletzter Absatz 6. Zeile, heißt es richtig: . . . . die Ihsien-Gruben der Chung hsing Co. in der Provinz Schantung verfügen . . . . .

Ferner weist uns Dir. G. Baur, Essen, darauf hin, daß die größte chinesische Kohlenzeche die Kailan Mining Co. ist. Sie ist hervorgegangen aus einer Verbindung der Chinese Engineering & Mining Co., zu der die Zechen bei Kaiping gehören und die früher ganz chinesisch, sodann englisch-belgisch war, mit den chinesischen San-chow-Bergwerken. Die Erzeugung dieser Anlagen betrug 1920 4,4 Mill. t. [N 1627]

Fortschritte im elektrischen Nachrichtenwesen im Jahre 1927 in Deutschland

Von Karl Willy Wagner, Berlin

In allen Teilen des elektrischen Nachrichtenwesens: Fernsprechen auf Leitungen, Telegraphie, Funkwesen, technische Akustik, Fernmeldewesen, sind erhebliche technische Fortschritte zu verzeichnen, worüber hier berichtet wird

Abb. 1
Deutsches Fernkabelnetz (Stand Ende 1927).

Fernsprechwesen

Europäisches Fernsprechnetz

Die Fernkabelnetze sind in einer Reihe von europäischen Ländern weiter ausgebaut worden. Das deutsche Fernkabelnetz, Abb. 1, mit 7600 km Gesamtlänge das ausgedehnteste und dichteste in Europa, erhielt Anschluß an die Fernkabelnetze in Österreich, Frankreich, Dänemark, Belgien, Ungarn und in der Tschechoslowakei. Der Anschluß an das italienische Netz steht bevor. Durch Bereitstellung der notwendigen technischen Einrichtungen wurde ein leistungsfähiges Netz von Vierdrahtleitungen für den Weitverkehr geschaffen, das alle wichtigen Verkehrsmittelpunkte des Deutschen Reiches untereinander verbindet und außerdem Durchgangsleitungen für zahlreiche wichtige Auslandverbindungen enthält. So sind Wien, Paris, London, Kopenhagen, Brüssel, Antwerpen, Prag, Budapest, Stockholm, Oslo, Göteborg, Amsterdam, Rotterdam, Basel, Zürich, Genf, Straßburg u. a. an das deutsche Fernkabelnetz angeschlossen und über dieses zum Teil auch miteinander verbunden worden. Die längste Fernsprechleitung Europas ist gegenwärtig die über Deutschland geführte Leitung London – Stockholm mit 24 Verstärkern und einer Länge von 2456 km.

Technik des Fernsprech-Weitverkehrs

Der Aufbau der Verstärkerämter, Abb. 2, wurde vervollkommnet und durch Normungsmaßnahmen wesentlich verbilligt. Hervorzuheben ist die Schaffung eines Einheitsverstärkers, die Einführung des Anrufs mit modulierter Tonfrequenz und die Ausrüstung der Vierdrahtleitungen mit Echosperrern. Zur Überwachung und Erhaltung eines dauernd guten Betriebzustandes der mit Verstärkern ausgerüsteten Fernsprechleitungen wurden besondere Meßeinrichtungen ausgebildet.

Die im Comité Consultatif International (CCI) vereinigten staatlichen Fernsprechverwaltungen haben an den zahlreichen Aufgaben, die der internationale Fernsprechverkehr mit sich bringt, emsig weitergearbeitet.

Abb. 2
Blick in ein neuzeitliches Verstärkeramt.

Abb. 3
Querschnitt des Pupin-Fernsprechkabels Deutschland-Schweden.

Abb. 5 und 6
Zwölfhundertpaariges Fernsprechkabel für städtische Fernsprechnetze.

Im Herbst 1927 hat in Como eine Vollsitzung stattgefunden; die dort gefaßten Beschlüsse sind in den Fachblättern veröffentlicht[1]).

Kabeltechnik

Die Güte der Übertragung in einem Fernsprechkabel und die Störungsfreiheit zwischen den verschiedenen Stromkreisen hängt neben andern Umständen wesentlich von der Gleichmäßigkeit der elektrischen Eigenschaften des Kabels selbst und der Pupinspulen ab. Es gelang, die Fabrikation in dieser Beziehung wesentlich zu verbessern, so daß es im letzten Jahre möglich wurde, die an sich schon recht hohen Anforderungen an Stabilität und Gleichmäßigkeit der Spulen und Kabel in den Pflichtenheften noch weiter zu verschärfen.

Unter den 1927 ausgelegten Fernsprechseekabeln ist das von Felten & Guilleaume, Carlswerk A.-G., hergestellte Kabel zwischen Deutschland und Schweden, Abb. 3 und 4, hervorzuheben. Mit einer Länge von rd. 160 km, wovon rd. 117 km auf die eigentliche Seekabelstrecke entfallen, verbindet es die Verstärkerämter Stralsund und Malmö. In Abständen von 2,2 km sind unter dem Bleimantel die Pupinspulen eingebaut. Zur Verringerung des Übersprechens zwischen den verschiedenen Vierdrahtgruppen ist jeder der zwölf Vierer in dem Kabel mit einer metallisierten Hülle umgeben worden.

Erwähnenswert ist ferner das von der AEG für 750 m Seetiefe an die norwegische Telegraphenverwaltung gelieferte 10,5 km lange papierisolierte, verbleite Seekabel mit einem Vierer. Das Kabel dient zur Verbindung von Freileitungen, die mit Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie betrieben werden sollen.

Auch die Fabrikation der Stadtfernsprechkabel wurde verbessert. Die erzielte höhere elektrische Gleichmäßigkeit hat es ermöglicht, wesentlich mehr Sprechkreise in einem Kabel von gegebenem Durchmesser unterzubringen, vergl. auch Abb. 5 und 6.

[1]) Elektr. Nachrichten-Techn. [ENT] Bd. 4 (1927) S. 486.

Selbstanschlußtechnik

Im letzten Jahre ist wiederum eine große Zahl von Handämtern durch Selbstanschlußämter ersetzt worden, Abb. 7. Unter den gelösten Sonderaufgaben ist die Erweiterung des Selbstanschlußbetriebes in Nebenstellenanlagen zu erwähnen, durch Einführung einer Anordnung mit selbsttätiger Auswahl der Amtsleitungen im abgehenden Verkehr und mit Handvermittlung in den ankommend betriebenen Amtsleitungen.

Parallel zu der schaltungstechnischen Entwicklung liefen die Rationalisierungsbestrebungen. Die Konstruktionen wurden planmäßig vereinfacht; in der Fabrikation sind durch stark vermehrte Einführung der Fließfertigung, umfangreichere Verwendung maschineller Vorrichtungen und andre Maßnahmen bedeutende Fortschritte erzielt worden, Abb. 8.

Telegraphie

Telegraphie auf Landleitungen

Auf dem Gebiet der Telegraphie ist eine lebhafte technische Entwicklungsarbeit zu verzeichnen; sie wird genährt von dem Bestreben, durch technische Fortschritte

Abb. 4
Fernsprechkabel Deutschland-Schweden. Ablauf eines Spulenstückes während der Verlegung des Küstenkabels durch einen Leichter.

Abb. 7
Blick in ein Selbstanschlußamt.

Abb. 8. Fließfertigung von Teilen für selbsttätige Fernsprechämter.

und Rationalisierung des Betriebes die in allen europäischen Ländern nicht befriedigende Wirtschaftlichkeit des Telegraphenbetriebes zu verbessern. Das Netz der Tonfrequenz-Telegraphie auf Fernkabeln wurde ausgedehnt. Auch die Unterlagerungs-Telegraphie, bei der auf der gleichen Kabelader telegraphiert und gesprochen wird, ist nunmehr in den Zustand praktischer Betriebserprobung getreten. In wirtschaftlicher Hinsicht bedeutet dieses Verfahren einen großen Fortschritt. Der Ersatz des Klopfer- und Farbschreiberbetriebes durch den einfacheren Summerbetrieb schreitet fort.

Am 1. Dezember wurde die Bildtelegraphie auf dem Fernkabel Berlin – Wien dem öffentlichen Verkehr übergeben, vergl. Abb. 9 und 10; man arbeitet nach dem Verfahren Karolus-Siemens-Telefunken[2]) (vergl. Abschnitt Funkwesen, Bildfunk).

Seekabeltelegraphie

Am 4. März 1927 kam die Teilstrecke Emden – Azoren der Kabelverbindung Deutschland – Nordamerika in Betrieb. Die ganze Strecke wird mit Druckapparaten nach dem Mehrfachverfahren in der Weise betrieben, daß die Telegramme zwischen Emden und New York unmittelbar ausgetauscht werden[3]).

[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 725.
[3]) Vergl. ENT Bd. 4 (1927) S. 161 u. S. 353.

Abb. 9 und 10
Telegraphisch übermitteltes Bild von Beuth im Vergleich zum Original.

Funkwesen

Funktelegraphie

An deutschen Neubauten von Großfunkstellen für den Verkehr auf langen Wellen sind zu erwähnen die Großfunkstelle Rom (400 kW), die dem Betrieb übergeben wurde, und eine in Angriff genommene 600 kW leistende Funkstelle für Japan.

Die Hauptfortschritte zeigten sich auch im vergangenen Jahre wieder auf dem Gebiet der Kurzwellentechnik und in der damit aufs engste verknüpften drahtlosen Telephonie und Bildtelegraphie. Die Konstruktion der Kurzwellensender nimmt feste Formen an; man baut heute nur noch fremdgesteuerte Sender, die über mehrere Verstärkerstufen von einem Kristall erregt werden. Die kürzesten Wellen, die man heute verwendet, sind etwa 11 bis 12 m lang; sie haben sich in den Frühjahrs- und Herbstmonaten besonders für den Tagesverkehr von Europa nach Südamerika als brauchbar erwiesen. Als längste Kurzwelle wird im Empfang von New York zur Nachtzeit die von 43 m benutzt.

Die Verwendung der Kurzwellen wird, besonders auf Entfernungen unter 2000 km, oft durch Schwunderscheinungen (Fadings) sehr behindert. Zeitweilig wird der Kurzwellenempfang durch Doppel- und Mehrfachzeichen gestört. Soweit die Doppelzeichen von der Strahlung herrühren, die die Erde im andern Sinne umlaufen hat, kann man sie abschirmen; gegen die Strahlung, die gleichsinnig mit dem Hauptstrahl den Empfangsort nach mehr als einem vollen Umlauf um die Erdkugel erreicht, Abb. 11, nutzt dieses Mittel nichts.

Zur Verbesserung der Übertragung verwendet man auf den kurzen Wellen sowohl auf der Sende- als auf der Empfangsseite mit Erfolg Strahlwerferantennen. Die Wirkung des von Marconi vertretenen senkrechten Strahlwerfers scheint nach den Versuchen von Dr. Meißner-Telefunken der eines wagerechten Richtstrahlers gleichwertig zu sein, Abb. 12.

Der drahtlose Überseedienst, den die Transradio, A.-G. für drahtlosen Überseeverkehr, versieht, hat sowohl in organisatorischer als auch in betriebstechnischer Hinsicht Fortschritte gemacht. Von Deutschland aus wurden im Jahre 1927 Überseelinien nach New York, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Abu Zabal, Malabar, Mukden, Osaka und den Philippinen betrieben. Der Verkehr nach Osaka wickelt sich auf langen Wellen ab, der Verkehr mit New York, Malabar und Mukden teils auf langen, teils auf kurzen Wellen, der Verkehr mit Südamerika und mit den Philippinen arbeitet ausschließlich mit Kurzwellen.

Abb. 11
Mehrfache Umkreisung des Erdballs durch die Strahlung eines Kurzwellensenders in Rio de Janeiro (15,66 m Wellenlänge), empfangen in Geltow.
a, b Zeichen, die auf dem kürzesten Wege einlangen *c, d* Zeichen, die außerdem die Erde einmal umkreist haben *e, f* Zeichen, die außerdem die Erde zweimal umkreist haben

Funktelephonie

Bedeutende technische Fortschritte sind auf dem Gebiet der drahtlosen Telephonie zu verzeichnen. Dank der mit der Kristallsteuerung erreichten vollkommenen Konstanz der Wellen gelang es selbst auf den kürzesten Wellen, den Sender sauber zu modulieren und klangreine Übertragungen zu erhalten. So konnten denn auch, vorläufig nur einseitige, während mehrerer aufeinanderfolgender Versuchstage einwandfreie drahtlose Gespräche von Berlin aus nach Buenos Aires und Rio de Janeiro geführt werden. In Kürze werden diese Verbindungen für den Wechselverkehr ausgebaut sein.

Die Versuche zum Anschluß des deutschen Fernsprechnetzes an die funktelephonische Verbindung England – Nordamerika waren erfolgreich, so daß der unmittelbare Fernsprechverkehr zwischen Deutschland und Nordamerika am 10. Februar 1928 aufgenommen werden konnte.

Die Versuche zur Einrichtung eines drahtlosen Fernsprechverkehrs mit Schiffen in See wurden fortgesetzt. Mit dem neuen 10 kW leistenden Sender in Norddeich konnten Versuchsgespräche zwischen dem in der Nordsee auf der Ausreise befindlichen Dampfer „Columbus" und verschiedenen Städten des Festlandes (Bremen, Hamburg und Berlin) erfolgreich durchgeführt werden, Abb. 13.

Bildfunk

Die Einrichtungen, Bauart Karolus-Telefunken, wurden in elektrischer, mechanischer und optischer Hinsicht weiterverbessert. So ist es möglich geworden, die kleinste Buchstabenschrift sauber zu übertragen; dadurch konnte die effektive Leistung auf 480 Worte in 1 min gesteigert werden. Seit Mitte des Jahres wird ein Bildfunk-Versuchsbetrieb von Berlin nach Wien durchgeführt (s. S. 745 l. Sp.).

Funkpeiler

Der Funkpeiler wird mehr und mehr als unentbehrliches Hilfsmittel der Navigation für alle wertvolleren Schiffe anerkannt. Das Peilgerät wurde durch Vereinfachung der Konstruktion und Reihenherstellung wesentlich verbilligt, Abb. 14.

Wellenausbreitung und atmosphärische Störungen

Die zum Messen von Feldstärken im Wellenbereich von 180 bis 600 m (Rundfunkwellen) früher entwickelten Anordnungen[4]) werden bei einer planmäßigen Untersuchungsreihe über die Ausbreitung der Rundfunkwellen verwendet, an der sich das Telegraphentechnische Reichsamt und verschiedene wissenschaftliche Institute beteiligen.

Messungen und Beobachtungen während der Sonnenfinsternis am 29. Juni 1927 zeigten ähnliche, wenn auch

Abb. 12
Strahlwerfer für kurze Wellen nach A. Meißner mit metallischem Parabolreflektor.

Abb. 13
Röhrensender für Telegraphie und Telephonie auf dem Schnelldampfer „Columbus".

[4]) G. Anders, ENT Bd. 2 (1925) S. 401.

Abb. 14
Telefunken-Bordpeiler mit Rahmen, Drehvorrichtung und Empfänger.

Abb. 18
Zahl der Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

viel schwächere Änderungen der Empfangsstärke, wie sie allnächtlich eintreten[5]).

Die objektiven Meßanordnungen der Empfangsstärke sind für Messungen auf kurzen Wellen bis herab zu 12 m weiterentwickelt worden.

Als Ursache der unter gewissen Witterungsverhältnissen beobachteten Fehlweisungen in der Funkpeilung wurde das Vorhandensein einer mit erhöhter Luftfeuchtigkeit verbundenen Temperaturumkehr in Bodennähe oder geringer Höhe erkannt[6]).

Die Erkenntnis der Natur der atmosphärischen Störungen konnte durch den einwandfreien objektiven Nachweis gleichzeitiger Störimpulse zwischen Berlin, Marshall (Kalifornien) und Kokohead (Hawai-Inseln) auf 14 000 km Entfernung bereichert werden[7]), Abb. 15 bis 17.

Rundfunk

Die Teilnehmerzahl hat 1927 in Deutschland die zweite Million überschritten; der Zuwachs während des Jahres betrug fast 50 vH, vergl. Abb. 18.

[5]) M. Bäumler, ENT Bd. 4 (1927 (S. 343.

[6]) Vergl. ENT Bd. 4 (1927) S. 491, Abs. 1.

[7]) M. Bäumler, ENT Bd. 3 (1926) S. 429.

Abb. 19
Deutsches Rundfunksendernetz.

Abb. 15 bis 17
Atmosphärische elektrische Störungen, die gleichzeitig in Kokohead (Sandwich-Inseln) in Marshall (Kalifornien) und in Berlin beobachtet wurden. Als Zeitmarken dienen die Zeichen x (—··—) und y (—·——) des Senders in Rocky Point bei New York. Eine an den drei Empfangsorten zugleich beobachtete kräftige Störung innerhalb des Buchstabens y ist im Bild durch einen kurzen Strich gekennzeichnet.

Abb. 20
Wechselstrom-Netzanschlußempfänger „Geatron“ mit elektrischem Lautsprecher „Geola“.

a Abstimmteil
b Netzanschlußteil
c wechselstromgeheizte Empfängerröhren und Gleichrichterröhre
d Lichtsteckdose
e Antenne
f elektrostatischer Lautsprecher

Abb. 21
Großlautsprecher (Faltsprecher).

Das deutsche Rundfunksendernetz erfuhr bedeutsamen Zuwachs, Abb. 19. Am 15. Januar 1927 wurde der neue Rheinlandsender in Langenberg mit 25 kW Telephonieleistung in Betrieb genommen; im Herbst folgte ein neuer Sender in Augsburg (0,7 kW), ferner wurden neue Sender in Köln (4 kW) und Aachen (0,7 kW) errichtet. Das bemerkenswerteste Ereignis ist die Inbetriebnahme des neuen großen Deutschlandsenders in Zeesen bei Königswusterhausen; er ist mit 40 kW Telephonieleistung gegenwärtig der stärkste Sender Europas.

Zu einem wohlausgebildeten Rundfunksendernetz gehört auch ein Leitungsnetz, das die Sender miteinander verbindet und den Austausch von Darbietungen gestattet. Gegenwärtig werden im deutschen Fernkabelnetz eigne hochwertige Rundfunkleitungen für Musikübertragung eingerichtet. Für eine Reihe von Sendern sind solche Verbindungen bereits hergestellt. Die ziemlich umfangreichen und kostspieligen Arbeiten werden so beschleunigt, daß die Fertigstellung des Netzes der Rundfunkleitungen im Laufe des Jahres 1928 zu erwarten ist.

Wellenfragen. Der vom Weltrundfunkverein ausgearbeitete und Ende 1926 in Kraft gesetzte Verteilungsplan der Rundfunkwellen ist im Jahre 1927 weiter vervollkommnet worden, wird aber wegen der Beschlüsse der Funkkonferenz in Washington erneut abgeändert werden müssen [7a]).

Gleichwellenrundfunk. In engster Verbindung mit der Regelung der Wellenfrage steht die Frage des Gleichwellenrundfunks. Man strebt danach, eine Reihe verschiedener Sender mit derselben Welle zu betreiben, um auf diese Weise das vielfach noch ungestillte Bedürfnis nach lautstarkem Empfang zu befriedigen, ohne daß neue Wellenbereiche belegt werden, die tatsächlich gar nicht mehr verfügbar sind. Technisch ist die Frage des Gleichwellenrundfunks im wesentlichen gelöst[8]).

Empfangsgeräte. Die bisher geübte rein empirische Entwicklung der Geräte beginnt einer wissenschaftlichen Durchbildung Platz zu machen, wozu die Vervollkommnung der Hochfrequenz-Meßgeräte wesentlich beigetragen hat. Neue Röhren mit erhöhter Emission und vermindertem Heizstromverbrauch sind auf den Markt gekommen.

Die Entwicklung von Netzanschlußgeräten, die es ermöglicht, Rundfunkgeräte aus dem Lichtnetz unter Vermeidung von Batterien zu betreiben, hat wesentliche Fortschritte gemacht, Abb. 20.

[7a]) Vergl. ENT Bd. 4 (1927) S. 545.
[8]) Vergl. F. Eppen, ENT Bd. 4 (1927) S. 385.

Die Untersuchungen zur Beseitigung der Rundfunkstörungen haben zu weiteren praktisch wertvollen Erkenntnissen geführt. Die Ursachen der durch den Straßenbahnbetrieb hervorgerufenen Störungen sind geklärt, die Mittel zur Abhilfe sind bekannt. Ebenso konnten die Störungen durch Polwechsler bei den Fernämtern durch Entwicklung eines Zusatzgerätes beseitigt werden.

Werbung. Als Werbemittel für die Verbreitung des Rundfunks auf dem flachen Lande ist von der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft am 1. Oktober 1927 ein Rundfunk-Werbekraftwagen in Dienst gestellt worden, der nach und nach planmäßig die Landgemeinden im ganzen Reich bereisen soll. Im Innern des Wagens ist eine besonders gute Empfangsanlage eingebaut, die dazu dienen soll, in den besuchten Orten Rundfunkvorführungen mittels Lautsprechers zu veranstalten, um allen denen, die den Rundfunk heute noch nicht oder nur aus mangelhaften Aufnahmeeinrichtungen kennen, zu zeigen, was der Rundfunk wirklich leistet.

Technische Akustik

Auf dem Gebiet der Akustik sind die Meßverfahren wesentlich ausgebaut und gleichzeitig auch vereinfacht worden. Es ist heute möglich, die Frequenzlinie, z. B. von Lautsprechern, in wenigen Minuten mit selbsttätig aufzeichnendem Gerät aufzunehmen. Gleichartige Meßverfahren zur Aufnahme von Frequenzlinien sind auch für rein elektrische Messungen (Verstärker, Übertrager) mit gutem Erfolg benutzt worden. Außerdem ist das neue Meßgerät zur Analyse von Frequenzgemischen verwandt worden. Neben der Frequenzabhängigkeit wird in steigendem Maße der nichtlinearen Verzerrung Beachtung geschenkt; Verfahren zu ihrer Messung wurden gleichfalls ausgearbeitet[9]). Untersuchungen der für die Hörsamkeit von Räumen maßgebenden Umstände sind im Gange[10]).

Beim Bau von Lautsprechern hat man sich von den Trichterformen immer mehr ab- und den Flächenlautsprechern zugewandt, die vor allem für die ganz tiefen und ganz hohen Frequenzen wesentlich größere Wirkungsgrade haben. Auch die nichtlineare Verzerrung wurde weitgehend vermindert. Bewährt hat sich der elektrostatische und ganz besonders der elektrodynamische Antrieb. Dementsprechend ist die Klangwiedergabe dieser Lautsprecher erheblich besser als die der Trichterlautsprecher. Die trichterlosen Großflächen-Lautsprecher sind nicht allein für den Rundfunkteilnehmer bedeutungsvoll, sie finden auch in sinngemäß größerer Ausführungsform Verwendung für die hochwertige Wiedergabe von Sprache und Musik im Freien und in großen Sälen[11]), vergl. Abb. 21 und 22.

Der elektrodynamische Lautsprecher mit Kraftverstärker wird auch in Sprechmaschinen, Abb. 23, benutzt. Dem Gitter der ersten Röhre wird die Spannung von einem elektromagnetischen Abnehmer zugeführt, der

Abb. 22
Großlautsprecher (Blatthaller).

Abb. 23
Elektrische Sprechmaschine „Polyfar“ (Rückansicht, geöffnet).

a Kraftverstärker mit Netzanschluß (eine Vor-, eine Endverstärkerröhre, zwei Gleichrichterröhren und ein Eisenwasserstoff-Widerstand)
b Elektromotor *c* elektrodynamischer Lautsprecher
d Lautstärkenregler

Abb. 24
Geöffnetes Sprechgerät für Hochfrequenztelephonie längs Hochspannungsleitungen.

n der Schallplatte betrieben wird. Der elektro-
ıgnetische Abnehmer ersetzt die bekannte Schalldose der
echanischen Sprechmaschine; die Treue und Reinheit
r Wiedergabe wurde auf diese Weise sehr erheblich
rbessert. Die Geräte werden geliefert für Gleichstrom-
d Wechselstromanschluß.

Fernmeldewesen

Unter den mancherlei Neuerungen der Signaltechnik
ıd zu erwähnen die Siemenssche Steuerung von Gas-
zeugern, bei der die Hebel und Ventile vollkommen selbst-
ig durch eine elektrische Schaltuhr und Motorschalt-
rke gesteuert werden; ferner die AEG-Fernmeldesiche-
ng gegen Überspannungen, deren Wirkung auf der
gnetischen Kopplung von Überspannungssicherungen
uht; endlich das „Indulor“-Sicherungssystem für fah-
ıde Eisenbahnzüge[12]) der Firma C. Lorenz A.-G., das
induktiver Beeinflussung zweier Resonanzkreise bei
ttelfrequenz arbeitet.

Die Anwendung der Telephonie längs Hochspan-
ngsleitungen macht beträchtliche Fortschritte. Die Hoch-
quenztelephonie wird heute ganz allgemein als das betriebsicherste Verkehrsmittel für Hochspannungsnetze angesehen; größere Werke sind heute schon dazu übergegangen, über 30 Hör- und Sprechstellen in einem Netz zu verwenden. Die Handhabung dieser Stationen ist dadurch wesentlich vereinfacht worden, daß zum Selbstanschlußbetrieb übergegangen wurde, d. h. daß ohne jede Vermittlung vom Ortstelephon auf das Hochfrequenz-Telephongerät übergegangen werden kann. Weitere Verbesserungen sind die Befehlübermittlung und die Übermittlung von Schaltbildern, von Störungsmeldungen mit Schaltskizzen durch Verwendung eines einfachen Bildübertragungsgerätes. Ein neues Anwendungsgebiet hat sich ergeben in der unmittelbaren Übertragung der Anzeigen der wichtigsten im Werke vorhandenen Meßgeräte nach den Zentralstellen, vergl. Abb. 24.

Normung

Die Normungsarbeiten auf dem Gebiet des Apparatebaues wurden in Zusammenarbeit mit der „Normenstelle für Fernmeldetechnik“ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker fortgeführt. Zur Zeit liegen zahlreiche Normen u. a. für Kontakte, Kontaktfedersätze, Spulen und Anschlußelemente für Drähte und Schnüre im Entwurf vor.

Die letzteren wurden im Zusammenhang mit den Normungsarbeiten für die Leitungen (Kabel, Drähte, Schnüre) durchgeführt, die durch die Annahme der neuen Vorschriften für die isolierten Leitungen in Fernmeldeanlagen auf der Jahresversammlung 1927 des VDE in Kiel[13]) zum Abschluß gekommen sind.

Infolge der schnellen Ausbreitung des Rundfunks ist das Rundfunkempfangsgerät zur Massenware geworden. Das Verlangen nach billiger Herstellung der Geräte und nach Austauschbarkeit vieler Teile ist nur durch weitgehende Normung der Einzelteile zu erfüllen, die anderseits durch die noch in vollem Fluß befindliche technische Entwicklung sehr erschwert wird. Die Normungsarbeiten sind im letzten Jahr gut vorangekommen; einen Überblick über den Stand der Arbeiten gibt das Normenbuch von E. Rhein „Normung im Rundfunk“[14]).

[B 1149]

[9]) M. Grützmacher u. E. Meyer, ENT Bd. 4 (1927) S. 203. — Meyer, ebenda S. 86 u. S. 509. — M. Grützmacher, ebenda . 53.
[10]) E. Meyer, ENT Bd. 4 (1927) S. 135.
[11]) Kühn, ENT Bd. 4 (1927) S. 391.
[12]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1665.
[13]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1338.
[14]) Berlin 1927, Beuth-Verlag.

RUNDSCHAU

Schweißtechnik

Der Werkstoffübergang im elektrischen Schweißlichtbogen

Das Studium der Vorgänge im elektrischen Metallichtbogen oder die Feststellung der Art und Weise des Werkstoffüberganges von der Schweißelektrode zum Werkstück hat viele Kreise beschäftigt. Um die Vorgänge zu erfassen, kann man verschiedene Wege beschreiten. Am naheliegendsten ist wohl, den elektrischen Lichtbogen zu photographieren. Arbeitet man mit normalen lichtempfindlichen Platten, so ist es schwierig, bei den schnellen Vorgängen gerade einen richtigen Augenblick zu erfassen; außerdem werden die den Lichtbogen einschließenden Metalldämpfe und Dämpfe der Umhüllung kein richtiges Bild von den Vorgängen selbst geben.

Ich habe einen andern Weg beschritten. Es wurde versucht, von der elektrischen Seite den Vorgängen beizukommen in der Annahme, daß die sehr feinen Schwankungen von Strom und Spannung Schlüsse auf die Vorgänge im Lichtbogen selbst zuließen. Die Versuche wurden in dem von mir geleiteten elektrischen Schweißlaboratorium der staatlichen vereinigten Maschinenbauschulen in Köln mittels eines Oszillographen nach Siemens-Blondel vorgenommen. Hierüber wurde erstmalig in einer Sitzung des Fachausschusses für Schweißtechnik im Herbst 1926, Düsseldorf, berichtet. Einen zusammenfassenden Versuchsbericht gab ich gelegentlich der gemeinsamen Sitzung des Österreichischen und Deutschen Fachausschusses für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure im Februar ds. Js. in Wien[1]).

Das Oszillogramm eines Schweißvorganges ist z. B. in Abb. 1 gezeigt. Um das Oszillogramm zu verstehen, muß man sich die Vorgänge beim Schweißen etwa folgendermaßen vorstellen: Das Zünden eines Lichtbogens erfolgt beim Unterbrechen eines verhältnismäßig großen Stromes an der Elektrodenspitze, wobei Eisen verdampft. Der dampfförmige Stoff ist stromleitend; es fließt ein Strom von der Elektrodenspitze zum Werkstück unter Aufrechterhaltung des Lichtbogens.

Durch die im Lichtbogen erzeugte Wärme wird nicht nur das Werkstück zum Schmelzen gebracht, sondern auch die Elektrodenspitze. An der Elektrodenspitze bildet sich ein Tropfen geschmolzenen Stoffes, der stetig wächst. Durch Anwachsen des Tropfens wird eine Lichtbogenverkürzung bedingt, die im Oszillogramm durch Kleinerwerden der Spannung und Anwachsen des Stromes ersichtlich ist. Der Tropfen wächst so lange, bis er das flüssige Werkstück berührt und die Elektrode über den flüssigen Tropfenstoff mit dem Werkstück kurzgeschlossen wird. Durch diesen Kurzschluß verschwindet sofort die Spannung bis auf etwa 2 bis 3 V, der Strom steigt plötzlich an, der Tropfen geht durch kapillare Anziehung über, so lange, bis der Strom in bezug auf die Stromdichte im übergehenden Stoff zu groß wird und die Verbindung abreißt und teilweise, je nach Größe der eintretenden Stromspitze, mehr oder weniger Schmelze

[1]) Die Vorträge der Wiener Tagung werden in einem Sonderheft der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, Ende Mai ds. Js. veröffentlicht.

Abb. 1
Oszillographische Aufnahme von Spannung (oben) und Strom (unten) beim Schweißvorgang. Bei den Mindestwerten der Spannung und den gleichzeitig auftretenden Stromspitzen geht der Tropfen vom Schweißstab auf das Werkstück über.

verspritzt. Infolge des darauf folgenden plötzlichen Anstiegs der Spannung wird der Lichtbogen wieder neu gezündet usw.

Eigentümlicherweise wird diese Art des Werkstoffüberganges durch Versuche bei der Chicago Steel & Wire Co. bestätigt[2]). Durch meine Zusammenarbeit mit dieser Gesellschaft ist es gelungen, deren Versuchsergebnisse zu erhalten. Die Schweißabteilung der Firma, die jetzt The Fusion Welding Co. heißt, versuchte auch, zuerst mit gewöhnlichen lichtempfindlichen Filmstreifen zu arbeiten und den Lichtbogen mit der Zeitlupe aufzunehmen. Ein aus diesem Film herausgegriffenes Bild zeigt Abb. 2. In bezug auf den Werkstoffübergang an sich ist nichts zu sehen. Die Aufnahme des Werkstoffüberganges wurde erst durch Verwendung eines Spezialfilmes möglich, der ausschließlich auf die unsichtbaren ultraroten Strahlen, also Wärmestrahlen, reagierte. Mit diesem Film wurden Zeitlupenaufnahmen gemacht unter Benutzung von Strahlenfiltern, die praktisch nur die ultraroten durchließen; diese Art Strahlen sind tatsächlich die einzigen, die den den Schweißvorgang umgebenden Nebel durchdringen. Abb. 3 zeigt eine Aufnahme in ultrarotem Licht von einem ruhigen Lichtbogen, wo die Tropfenbildung am Schweißstabende deutlich zu sehen ist. Der Lichtbogen selbst geht von der Tropfenspitze zum Werkstück über. Da in diesem Bild nur der glühende Stoff sichtbar ist, kann man links vom Lichtbogen noch ein Stück der sogenannten Schweißraupe sehen. Abb. 4 zeigt den kapillaren Werkstoffübergang. Der Lichtbogen ist erloschen und der Werkstoff geht über.

Die Versuche wurden auf die verschiedensten Elektrodensorten und Umhüllungen ausgedehnt. Vor allen Dingen wurden die Einflüsse der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Drahtes und der Umhüllungen untersucht.

Ausgewählte Abschnitte dieser Zeitlupenaufnahmen werde ich in der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Essen, zeigen. Eine umfassende Niederschrift über die bisherigen Versuche wird demnächst druckreif.

Köln [M 1569] Ing. K. Bung

[2]) Erstmalige Veröffentlichung „Welding Engineer" Bd. 12 (1927) Februarheft.

Berichtigung

Versuche mit großen Glasplatten auf eisernen Sprossen

In dem Aufsatz von O. Graf, Stuttgart, in Z. Nr. 17 vom 28. April 1928 lauten auf S. 569 die Unterschriften zu Abb. 12 bis 15 richtig: Abb. 12 Sprosse Wema II°, Abb. 13 Sprosse Wema I, Abb. 14 Sprosse Wema II b, Abb. 15 Sprosse Atlas II. Entsprechend sind auf S. 568 r. Sp. 8. bis 11. Zeile von unten die Abbildungsbezeichnungen in den Klammern zu vertauschen. [N 1650]

Abb. 2
Schweißlichtbogen, mit normalem lichtempfindlichen Film aufgenommen.

Abb. 3
Tropfenbildung an der Elektrodenspitze in ultrarotem Licht aufgenommen.

Abb. 4
Der Lichtbogen ist erloschen; der Werkstoff geht kapillar über.

Abb. 5
Umlaufende Geradschubkurbel.
Das Kurbellager im Gestell ist so vergrößert worden, daß das Verbindungsgelenk mit der Pleuelstange umschlossen wird; die Kurbel wird zur Scheibe (Zapfenerweiterung).

Abb. 7
Sinoidwerk.
Ein mit dem Schieber einer Kreuzschleifenkurbel verbundener Schreibstift (Werkzeug) beschreibt auf der zwangläufig angetriebenen Scheibe Polarsinoiden, deren Form von dem Drehzahlverhältnis zwischen Kurbel und Scheibe abhängt.

Getriebetechnik

Die Getriebemodellschau
uf der Leipziger Frühjahrsmesse 1928

Auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse fand rstmalig mit großem Erfolg eine Getriebemodellschau tatt, vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten und om Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung in großzügiger Veise veranstaltet und von der Industrie, den Hochschulen harlottenburg und Karlsruhe, der Höheren Maschinenbauchule der Stadt Leipzig und der Ingenieurschule Zwickau nterstützt. Der während der ganzen Messe anhaltende tarke Besuch war der beste Beweis für die Notwendigkeit iner derartigen Veranstaltung. Rückblickend auf die Iodellschau seien zwei Fragen behandelt:

1. was bezweckte die Schau und
2. wie wurde das gesteckte Ziel zu erreichen gesucht?

Die erste Frage ist rasch beantwortet: durch die Moellschau sollten alle Ingenieure auf die Wichtigkeit eines ebietes hingewiesen werden, das das gesamte Maschinenvesen berührt, in den vergangenen Jahrzehnten aber stark ernachlässigt worden ist: die Getriebelehre oder wanglaufmechanik. Überall, wo es sich um Ereugung oder Umwandlung irgendwelcher Bewegungen hanelt, ist ihre Kenntnis die wesentlichste Bedingung für chnelles erfolgreiches Arbeiten unter Ausschluß fruchtlosen Jmhertastens. Aber auch ganz allgemein gesprochen ist in Beherrschen der Getriebelehre vorteilhaft, um die oft erwickelten Bewegungen an vorhandenen Maschinen rasch erstehen zu lernen und sich damit ein Bild über Wirungsweise und Wert des Getriebes machen zu können.

Und wie wurde nun der Zweck erreicht? Auf zwei langen Tischreihen standen, systematisch geordnet, die einfachen Bewegungsmodelle der Schulen und daneben Modelle der Industrie, die die praktische Anwendung zeigten, aus allen Gebieten der Technik zusammengetragen. Das einfache Getriebemodell, befreit von allem konstruktiven Beiwerk, läßt die ihm eigenen Bewegungsverhältnisse klar erkennen und studieren, und das Getriebe der Praxis zeigte davon eine der vielen möglichen Ausbildungsformen und Anwendungsgebiete. Durch diese Nebeneinanderstellung wurde die Modellschau ein Lehrmittel von eindringlicher Wirkung. Diese Wirkung wurde noch dadurch ganz wesentlich erhöht, daß ein großer Teil der Modelle von einer Transmission mit geringer Drehzahl angetrieben wurde, um die Bewegungen genau verfolgen zu können. Die andern Modelle konnten vom Beschauer durch eine Handkurbel selbst betätigt werden. Die Anschauungs- und Lehrmöglichkeiten, die das bewegte Modell bietet, lassen sich durch kein Lehrbuch erzielen. Abb. 5 bis 12 zeigen einige Beispiele der ausgestellten Modelle.

Auf die Fülle der vorhandenen Modelle (es waren etwa 200) einzeln einzugehen, dürfte zu weit führen. Ein kurzer Überblick möge genügen, der zugleich die Systematik der Getriebelehre erkennen läßt. Zunächst die Gruppe der Kurbeltriebe: Als erstes das einfache und sehr häufig angewendete Gelenkviereck als Bogenschubkurbel (Schaltwerkantrieb usw.), Doppelkurbel (Kniekupplung), Parallelkurbeltrieb usw. zur Erzielung schwingender oder kreisender Bewegung. Dann die Gruppe der Schubkurbeltriebe als umlaufende Geradschubkurbel, umlaufende und

Abb. 6
Römergetriebe.
ei durch Zahnräder im Verhältnis 1:2 kuppelte Kurbeln bewegen einen geinsamen Schieber derart, daß ein ger Hin- und Hergang des Schiebers h mit einem kurzen Hin- und Hergang abwechselt.

Abb. 8
Bogendreieck mit Kreuzschieber.
Das Bogendreieck sitzt exzentrisch auf der gleichförmig umlaufenden Scheibe und bewegt den Schieber hin und her mit Stillstand, entsprechend je 60° Scheibenumdrehung, in den Umkehrpunkten.

Abb. 9
Sechsarmiges Malteserkreuz.
Umwandlung der gleichförmigen Drehung des Treibers in absatzweise fortschreitende Drehung des Sternrades. Bei einer Umdrehung des Treibers wird das Sternrad um 60° weitergeschaltet.

Abb. 10
Sternschaltrad (nach Aster-Alt).
Die gleichförmige Drehung des Treibers wird in eine absatzweise fortschreitende Drehung des Sternrades (hier je 180°) umgewandelt.

Abb. 11
Kurvengesteuertes Schaltwerk (von Prof. Hundhausen).
Bei jeder Umdrehung der Kurvenscheibe wird das Schaltrad um eine bestimmte Anzahl Zähne weitergeschaltet, die von der eingestellten Hebelübersetzung abhängt.

schwingende Kurbelschleife, um gleichförmig drehende Bewegung in annähernd sinoidisch hin- und hergehende oder schwingende Bewegung umzusetzen (Antrieb für Schnellpressen, Querhobelmaschinen usw.). Einen wichtigen Punkt für den Konstrukteur bildete dabei eine Modellgruppe „Zapfenerweiterungen", bei denen der Schubkurbeltrieb ohne Änderung seiner Bewegungsgesetze in die verschiedensten Formen, dem jeweiligen Anwendungszweck entsprechend, übergeführt war.

Die darauf folgende Gruppe Kreuzschleifentriebe (rein sinoidische Schieberbewegung bei gleichförmiger Kurbeldrehung) war durch Oldham-Kupplung, Ellipsenzirkel, Oval-, Rechteck- und Sinoiddrehwerk vertreten.

An die Kurbeltriebe schlossen sich Modelle der Kurventriebe an, bei denen ein Schieber oder Hebling von einem gleichförmigen Antrieb aus eine sinoidische oder gleichförmige hin- und hergehende Bewegung erhielt, teilweise mit Stillständen an den Umkehrpunkten. Es möge hierbei erwähnt sein, daß verschiedene Getriebe bereits im Modell ihre Eignung für hohe Drehzahlen erkennen ließen. Einige (die mit sinoidischer Bewegung) liefen auch bei höheren Drehzahlen noch geräuschlos, während wieder andre durch lautes Klappern verrieten, daß in ihnen recht große Beschleunigungsstöße bei höheren Geschwindigkeiten auftreten. Die räumlichen Kurventriebe (Globoidkurventriebe) wurden an dem Modell des Jensenschen Göpels, an einem Raffwerk für Mähmaschinen und an zwei Globoidschneckentrieben veranschaulicht.

Sehr reichhaltig waren die Rädertriebe vertreten. Verschiedene Schnittmodelle von Kraftwagen-Stufengetrieben ließen die Schaltvorgänge beim Gangwechsel klar erkennen. Rückkehrende Räderwerke, Umlaufräder und rückkehrende Umlaufräder zeigten Anwendungsmöglichkeiten für Zählwerke mit großer Übersetzung (Woltman-Wassermesser 1 : 10 100) und für Drehzahlminderung (Reduziergetriebe, selbsttätiger Bohrspindelvorschub für Rohrbohrwerke usw.). Räderwendegetriebe (Mangeltriebe) beschlossen die Gruppe der Rädertriebe, an die sich die reichhaltige Gruppe der Sperrtriebe anschloß.

Abb. 12
Verzahntes Kardankreispaar.
Teilkreise im Durchmesserverhältnis 1:2; großer Kreis fest. Jeder Punkt der Ebene des kleinen Kreises beschreibt bei seiner Rollung im großen Kreise Ellipsen; für den Mittelpunkt des kleinen Kreises geht die Ellipse in einen Kreis, für Umfangspunkte in Durchmesser des großen Kreises über.

Unter diesen herrschten vor allem die Schaltwerke vor. Getriebe zur Umwandlung einer gleichförmigen Drehbewegung oder einer hin- und hergehenden Bewegung in eine absatzweise fortschreitende Drehbewegung mit festliegendem oder änderbarem Schaltwinkel: Malteserkreuze, Sternschalträder nach Aster-Alt, Globoidkurven-Schaltwerke, kurvengesteuerte Schaltwerke nach Prof. Hundhausen u. a. m.

Modelle des Kardankreisproblems, der Rollen- und Schraubentriebe und der Kardangelenkkupplungen vervollständigten das Gesamtbild der auf den Tischen ausgestellten Modelle.

Eine Gruppe von Getrieben muß noch besonders erwähnt werden, die heute bereits größte Bedeutung hat: die Vorgelegegetriebe, die in praktischer Ausführung, teilweise durch Einzelmotor angetrieben, vollzählig vertreten waren. Die Flüssigkeitsgetriebe (Enor-, Lauf-Thoma, Sturm-Preßöl und Schwartzkopff-Huwiler) sind aus Kurbelkapselwerken entstanden und dienen zur stufenlosen Regelung von Drehzahlen (oft mit Drehzahlminderung verbunden), meist in einem Bereich von höchster Drehzahl rechtsdrehend über null bis zu höchster Drehzahl linksdrehend. Fast allen diesen Getrieben, die ihre Vorläufer in der Gaspumpe von Beale (1866) und in der Ramelli-Pumpe (1588) haben, liegt getrieblich die umlaufende Kurbelschleife zugrunde.

Ein Reibrollengetriebe von Escher, Wyss & Cie. dient gleichfalls zur stufenlosen Drehzahländerung, während das Garrard- (Krupp) und das Sochor-Reibradgetriebe Drehzahlminderung bewirkten. Ergänzt wurde die Gruppe Vorgelegegetriebe noch durch eine Reihe Vorgelegemotoren mit eingebauten Zahnrädertrieben zur Drehzahlminderung.

Zu jedem Modell war über das Anwendungsgebiet eine kurze Erläuterung gegeben, die natürlich bei weitem nicht erschöpfend sein konnte. Aber allein in Halle 6 konnte sich jeder selbst das beste Bild über die Anwendungsmöglichkeiten machen, wenn er sich die Maschinen der übrigen Stände eingehend auf Getriebe hin ansah. Die Automaten für die verschiedensten Zwecke herrschten vor und gerade diese selbsttätig arbeitenden Maschinen bieten die beste Fundgrube für Getriebe.

Da sah man an Schokoladen- und Bonbonmaschinen Bogenschubkurbeln und Geradschubkurbeln zur Erzielung schwingender und gegenläufiger Bewegung, Malteserkreuze für Schaltzwecke usw. Die Schokoladentafel-Einwickelmaschinen, die Flaschenetikettier- und Verkorkmaschinen, die Tubenfüll- und Schließmaschinen zeigten eine Fülle von Kurven- und Kurbeltrieben, die gleichzeitig und nacheinander mit erstaunlicher Genauigkeit und Schnelligkeit arbeiteten; Kontrollkassen und Rechenmaschinen bildeten eine Sammlung von Sperrtrieben für sich.

Auch die Haushaltmaschinen und die Maschinen des Nahrungsmittelgewerbes zeigten beachtenswerte Getriebe: die Wäscherollen mit Räderwendegetrieben und Sperrtrieben, Waschmaschinen mit Antrieb des Quirles durch schwin-

gende Kurbelschleife oder Bogenschubkurbel, Schrauben- und Kurbeltriebe an Bäckerei- und Fleischereimaschinen, Kurbelkapselwerke als Kompressoren für Kälteanlagen (Eisschränke) usw.

Sieht man all diese Maschinen in ihrer Vollendung, in dem genauesten Zusammenarbeiten der Einzelteile, so erscheinen die Bewegungen recht selbstverständlich. Wie oft die Konstrukteure aber in Unkenntnis getrieblicher Gesetze erst auf Umwegen zum Ziel gelangen, möge zum Schluß folgendes Ereignis zeigen: Ein Fabrikant brauchte ein genau arbeitendes Schaltwerk. Aus vielen Versuchen und mancher Konstruktionsänderung entstand nach zweijähriger Arbeit ein Malteserkreuz, das er dann zu seinem Erstaunen auf der Modellschau als längst bekannt wiederfand.

Um der Industrie diese fruchtlose Arbeit nach Möglichkeit zu ersparen, müssen die Kenntnisse der Getriebelehre wieder in alle technischen Kreise eindringen, wozu außer den seit ungefähr einem Jahr erscheinenden Getriebeblättern des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung und des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten die Modellschau wesentlich beigetragen haben dürfte. [N 1482]

Leipzig Knechtel

Bauingenieurwesen

31. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins

Die Tagung des Deutschen Betonvereins am 27. und 28. März bot in ihrem technisch-wissenschaftlichen Teil eine Reihe von beachtenswerten Vorträgen.

Die planmäßige

Untersuchung und Durchforschung von Zementmörtel und Beton,

hinsichtlich der Tragfähigkeit und Biegefestigkeit, des Schwindens und Quellens, des Abnutzungswiderstandes, der Wasserdurchlässigkeit und der Widerstandfähigkeit gegen chemische Angriffe, namentlich bei verschiedener Kornzusammensetzung des Mörtels war der Gegenstand eines Vortrages von Prof. O. Graf, Stuttgart. Genannte Eigenschaften hat Graf an Mörteln von verschiedener Zusammensetzung untersucht, und zwar zunächst an Flußsandmörteln verschiedener Zementgehalte und verschiedenen Wassergehalts. Weitere Untersuchungen galten der Wirkung von Steinmehl und Ton auf die Druck- und Zugfestigkeit. Bei 3 vH Tongehalt ist der schädliche Einfluß am geringsten, bei 15 vH sinkt die Tragfähigkeit auf die Hälfte; die Biegefestigkeit nimmt ab bei teilweise trockener Lagerung. Das Schwinden ist bei erdfeuchtem Mörtel am geringsten bei verschiedener Kornzusammensetzung; der Abnutzungswiderstand hängt sehr von dem Wasserzusatz des Mörtels ab. Lehrreich sind die Versuche der Wasserdurchlässigkeit von Beton, es zeigt sich, daß Beton, dem Plaidter Trass zugefügt ist, die geringste Wasserdurchlässigkeit aufweist, namentlich im Vergleich zum Steinmehlzusatz. Beton mit 0,3 Gewichtsteilen Plaidter Trass hat sich in einer Magnesium-Chloridlösung am besten gehalten.

Ueber die

Berechnung von Eisenbeton-Schornsteinen

berichtete Professor Dr. Kleinlogel, Darmstadt, besonders in bezug auf die unsicheren Grundlagen für die Berechnung der Wärmespannungen. Neuerdings sind innerhalb des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, teils in München (Knoblauch), teils in Stuttgart (Mörsch und Graf) Versuche eingeleitet, die sich mit der Berechnung der Wärmespannungen befassen. Dem monolitischen Betonschornstein gehört die Zukunft gegenüber dem gemauerten. In Amerika sind schon mehr als 500 solcher Schornsteine in den letzten Jahren bis zu großen Höhen und Durchmessern ausgeführt worden. Es handelt sich dabei um eine aus festem Stahlblech bestehende runde Schalung, die sich mittels besonderer Vorrichtungen nach oben verjüngen läßt, so wie es die Ausführung erfordert. In Deutschland sind bereits nach amerikanischer Art zwei Schornsteine von über 100 m Höhe ausgeführt.

In der Erörterung bestätigte besonders Professor Mörsch die Beobachtung, daß die gemauerten Schornsteine den Wärmebeanspruchungen nicht genügen und deshalb die Lücken für die Wärmebeanspruchung auf Grund von Versuchen ausgefüllt werden müssen. Professor Knoblauch wies darauf hin, daß die Wärmespannungen im Betonschornstein der Münchener Elektrizitätswerke untersucht würden. Bis die gesamten Versuche durch den Ausschuß für Eisenbeton abgeschlossen sind, kann natürlich von einer Neubearbeitung der Berechnungsvorschriften für Schornsteine nicht die Rede sein, so dringend auch die deutsche Industrie der Klärung für den Schornsteinbau bedarf.

Dipl.-Ing. Dischinger von der Firma Dyckerhoff & Widmann, A.-G., führte die neue Bauweise der

Dywidag-Schalengewölbe

unter besonderer Berücksichtigung der Ausführungen für die große Markthalle in Frankfurt a. M. vor, eine Bauweise, die man bei den in den letzten Jahren hergestellten Kuppelkonstruktionen der Planetarien angewendet hat[1]). Die Schalengewölbe sind einfach gekrümmt, sie treten an Stelle der eben über viele kleine Felder gespannten Platten und bilden weit gespannte Eisenbetonschalen, die durch Stirnwände und Rippen versteift sind. Ihre statische Wirkungsweise entspricht wohl am meisten dem Flechtwerk nach Föppl, wie es von Müller-Breslau bei dem Berliner Dom in Eisen ausgeführt worden ist. Die ausgeführte große Markthalle in Frankfurt a. M. hat 50 m Spannweite und 220 m Länge. Architektonisch wirkt die Innenansicht mit der trapezförmigen Versteifung zu schwer.

Die im Januar 1928 in Betrieb genommene

Umschlaganlage für das deutsche Kalisyndikat

auf dem rechten Ufer der Süder-Elbe bei Harburg wurde von Reg.-Rat Dr.-Ing. Petzel, Harburg, eingehend dargestellt. Hier handelt es sich um den Versuch, die Schwierigkeiten, die durch die stark wasseranziehenden Kalisalze entstehen, durch Herstellung von dichten, gegen Außenfeuchtigkeit geschützten Räumen und durch Heizung aller Förderkanäle zu überwinden. Die Lagerschuppen von 100 000 t Fassungsvermögen bestehen aus Eisenbetonwänden mit hölzerner Dachkonstruktion.

Auch bei den nächsten Vorträgen trat der eigentliche Betonbau etwas in den Hintergrund. Der Direktor der Firma Siemens-Bauunion, Dr.-Ing. Enzweiler, führte das große

Wasserkraftwerk am Shannon (Irland)

vor. Das Werk[2]) bezweckt den Ausbau eines Gefälles von 30 m für vorläufig 90 000 PS mit einem Kostenaufwand von 100 Mill. ℳ, wovon allein 50 Mill. ℳ auf reine Bauarbeiten entfallen. Für die Nebenbetriebe sind ein Baukraftwerk von 4200 PS, Holzbearbeitungsanlagen und Werkstätten mit 55 eingebauten Maschinen errichtet, wozu 70 000 t Güter aus Deutschland bezogen wurden. 250 000 m³ Beton waren für die Bauwerke am Wehr, Krafthaus, Wasserschloß und für eine Brücke zu verbauen. Für die Herstellung des Obergrabens von der Beseitigung des Mutterbodens an bis zum Einbringen des brauchbaren Bodens in die Dämme sind Arbeitsgeräte verwendet worden, die auf Raupen laufen, wie überhaupt nur neuzeitliches Baugerät benutzt worden ist, z. B. für die Felsbeseitigung Seilschlag-Bohrmaschinen; die Felsbrocken wurden dann in Bruch- und Waschanstalten verarbeitet. Der Beton wurde in Kabelkranen zur Verwendungsstelle gebracht; die Betonbereitungsanlage ist fahrbar in dem Kabelkranturm eingebaut, wodurch sich geringere Verschiebebewegung und größere Leistungen ergaben. Zur Beförderung der Baustoffe und Verteilung des Betons dienten weiter Gurtförderbänder. Die Betonplatten für die Kanalabdeckung sind mit Hilfe von Turmdrehkranen verlegt.

Von dem Direktor der Firma Züblin A.-G., Dr. R. Maier, Stuttgart, wurde die

Herstellung größerer Eisenbetonröhren

nach dem Schleuderverfahren (Patent Vianini) für die Druckleitung der mittleren Isar geschildert, wonach in der Fabrik 2 m weite Rohre für 2 at Betriebsdruck vollständig maschinell hergestellt werden. Maschinelle Vorrichtungen zum Befördern, Entschalen und Lagern der frischen Rohre, sowie zu ihrer Verlegung im Rohrgraben und Dichtung der Rohrstöße sind in großem Umfang herangezogen.

Über die Hälfte der Vorträge beschäftigten sich endlich mit dem Brückenbau.

In erster Linie diente hierzu der Vortrag von Reg.- und Baurat Kaumanns, Potsdam, über den

Bau der neuen Straßenbrücke über den Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin

bei Schwedt a. O., nur wenige Kilometer von Gartz entfernt, wo eine Straßenbrücke über die Oder im Jahre 1926 unmittelbar vor der Verkehrsübergabe eingestürzt ist. Soweit bis jetzt bekannt, fällt jedoch dieser Schaden nicht dem Eisenbetonüberbau, sondern schweren Fehlern bei der Herstellung der Unterbauten unter Wasser zur Last. Nur das eine spricht hier zugunsten des Überbaues in Eisen, daß dieser nach einer solchen Katastrophe zum größten Teil hätte wieder verwendet werden können, was bei einem Eisenbetonüberbau nicht der Fall ist. — Aus allen Brückenbauvorträgen ist zu ersehen, daß die deutsche Ingenieurbau-

[1]) Ein Aufsatz über die im Bau befindliche Zentralmarkthalle Leipzig mit zwei Kuppeln von je 75 m Spannweite aus der Feder von Dipl.-Ing. Dischinger ist uns zugesagt.

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 25. Ein ausführlicher Aufsatz von Dr.-Ing. Enzweiler wird in dieser Zeitschrift erscheinen.

kunst den Tiefbau und das Gründungswesen in so hohem Maß beherrscht, daß ein Versagen des Unterbaues im allgemeinen als ausgeschlossen gelten muß. Wenn aber nun in der nächsten Nachbarschaft danach eine Eisenbetonbrücke von der Staatsbauverwaltung gebaut worden ist, so können die Behauptungen, daß Eisenbetonbrücken gefährlich sind, damit als widerlegt angesehen werden.

Nach dem Vortrage handelt es sich bei Schwedt um eine Brücke mit drei Öffnungen von 39,8, 44 und 50,40 m Lichtweite, die mit Dreigelenkbogen überspannt worden sind. Die Fahrbahn ist plattenbalkenartig ausgebildet. Eine besondere Neuerung zeigt die Druckluftgründung der Widerlager, deren Senkkasten schräg in 5 : 1 Neigung 10 m tief abgesenkt worden sind, so daß sie für die Querschnittgestaltung in der Richtung der Mittelkraft günstig aufgebaut werden konnten. Die schräge Absenkung erfolgte nach einem Verfahren[3]) der Firma Beuchelt & Co., Grünberg, ohne Störung, lediglich durch einseitiges Abgraben unter den Schneiden des schräg gebauten Senkkastens.

Stadtoberbaurat Schwab, Heidelberg, berichtete über den Bau der

dritten Neckarbrücke in Heidelberg,

die mit einer Mittelöffnung von 59 m, je einer Seitenöffnung zu beiden Seiten von 57 m und einer kleineren Landöffnung erbaut worden ist. Unter dem linken Widerlager ist eine Gründung mittels Eisenbetonpfählen nötig geworden.

Der Direktor der Beton- und Monierbau-A.-G., Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Nakonz, beschrieb mehrere

Ausführungen von Eisenbetonbrücken,

darunter die beachtenswerte einer Kohlenhochbahn für 12,5 t Achslasten, die eine sprengwerkartige Ausbildung der 27 m weit gespannten Hauptträger zeigt. Eine Brücke über die Unterhäupter der Schachtschleuse bei Anderten zeigt die fünfmalige Verwendung eines eisernen Lehrgerüstes. Bei zwei andern Brücken wurden die hölzernen Lehrgerüste mittels Rollen im Ganzen zur Wiederverwendung unter den nächsten Brückenabschnitt hin verschoben. Die Weserbrücke bei Vlotho mit sieben gewölbten Öffnungen, eine davon mit angehängter Fahrbahn, weist die stattliche Gesamtlänge von 400 m auf.

Der Oberingenieur der Firma Wayss & Freitag, A.-G., Dipl.-Ing. Knorr, machte über zwei bedeutsame

Eisenbetonbrücken von 81 und 66,2 m Spannweite

bei Pirmasens eingehende Mitteilung. An beiden Baustellen kamen für die Gründung massive Sandsteinbänke an den tief eingeschnittenen Talrändern in Betracht. Das große Gewölbe für die erste Brücke ist im Scheitel 1,3 m dick. Sie ist die weitestgespannte deutsche Massivbrücke. Die Form der inneren Leibung ist bei den großen Bögen beider Brücken die gleiche, damit der obere Teil des Lehrgerüstes ohne Änderung für beide Brücken Verwendung finden konnte. In statischer Hinsicht, sowie bezüglich der Absenkung der Lehrgerüste, sind diese Brückenbauten vorbildlich durchgeführt. Prof. Mörsch als Ingenieur und Prof. Bonatz als Architekt haben bei der Planung mitgewirkt.

Schließlich verdient der Vortrag von Prof. Spangenberg, München, über den engeren

Wettbewerb für eine Straßenbrücke über die Mosel bei Koblenz

Beachtung. Die Wettbewerbsbedingungen waren unerfreulich, deshalb hatte der Eisenbauverband die Beteiligung abgelehnt, so daß ein Vergleich zwischen dem Eisenbeton und dem Eisen bei den Entwürfen nicht möglich war. Die Entscheidung ist vor kurzem gefallen, ohne daß z. Zt. Aussicht auf die Ausführung der Brücke besteht. Jedoch war für die Ingenieurwissenschaft und den Brückenbau die Lösung des Problems bedeutsam, da für die eigentliche Straßenbrücke zwei Öffnungen von je 115 m und eine Öffnung von 107 m Lichtweite vorgeschrieben waren. Die Kämpfergelenke durften unter höchstem Hochwasser liegen, weil sie nur vor den häufigsten Hochwassern zu schützen waren, was ein großes Zugeständnis an die schönheitlich vorteilhaft wirkende Wölbbrücke bedeutet.

Mit Rücksicht auf die Höhenlage und die Steigungsverhältnisse des Straßenzuges ergaben sich dabei für die drei Strombogen Pfeilverhältnisse unter 1 : 10. Damit mußten die Kühnheitszahlen $k = \frac{l^2}{f}$ dieser Bogen den bis jetzt bei ausgeführten Eisenbeton-Bogenbrücken erreichten Höchstwert $\frac{l^2}{f} = 1000$ erheblich überschreiten. Erschwert wurde die Lösung noch durch die zahlreichen Versorgungsleitungen, die auf der Brücke unterzubringen waren, sowie durch die Forderung, daß außer dem ersten Ausbauzustand der Brücke mit 18 m Gesamtbreite auch eine spätere Verbreiterung um 6 m zu entwerfen war. Die verschiedenen Entwürfe, die sich nach konstruktiven Gesichtspunkten in drei Hauptgruppen einteilen lassen, geben nicht nur ein gutes Bild über die Möglichkeiten, die heute dem Eisenbetonbau für die Ausführung weitgespannter flacher Wölbbrücken zur Verfügung stehen, sondern sie enthalten auch in der Gesamtanordnung wie in den Einzelheiten zum Teil wertvolle Vorschläge und beachtliche Anregungen für die Zukunft.

Die vollen Tonnengewölbe und die Rippenbogenkonstruktionen haben sich erheblich teurer gestellt als die aufgelösten Bogen mit Lehrgerüst, über die der Vortragende sehr lehrreiche Folgerungen zog und die der Entwicklung der Wölbbrücken aus Eisenbeton sehr förderlich sind.

Die Tagung hat, wie die vorangegangene, wiederum gezeigt, daß der deutsche Eisenbeton- und Betonbau, wie er von dem Deutschen Betonverband gepflegt wird, vollkommen auf der Höhe steht und daß Theorie und Praxis in vorbildlicher Weise voranschreiten. [N 1541]

Berlin Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

[3]) DRP 433 4:8 Kl. 84c Gr. 2.

Berichtigung

Neuzeitliche Eisenbahn-Betriebswerke

Bei der Beschreibung der Wagenausbesserhalle in Gelsenkirchen-Bismarck in meinem Aufsatz, Z. Bd. 72 Heft 12 vom 24. März d. J., ist auf S. 403 angegeben, daß der dortige Laufkran von 12,5 t Tragkraft beladene Güterwagen nicht einseitig anheben kann. Das trifft für die hier in erster Linie in Frage kommenden offenen 20 t-Güterwagen mit etwa 30 t Gesamtgewicht nicht zu. Für diese genügt vielmehr, worauf die Reichsbahndirektion Essen hinweist, eine Tragkraft des an der Kopfschwelle der Wagen angreifenden Krans von nur etwa 11 t.

[N 1649] Dr.-Ing. Osthoff

Kleine Mitteilungen

Das Gould Street-Kraftwerk

Im Januar 1927 wurde der erste Teil des Gould Street-Kraftwerkes in Betrieb genommen, und zwar ein Kessel (31 at, 385 °, Kohlenstaubfeuerung) mit der ungeheuren Dampfleistung von rd. 235 000 kg/h und eine Turbine von 25 000 kW, die bis zu 36 000 kW leistet. Nach vollendetem Ausbau besteht das Kraftwerk aus vier 36 000 kW-Turbinen und insgesamt fünf Kesseln mit gleicher Dampfleistung wie der bereits vorhandene Kessel, so daß die Gesamtleistung 144 000 kW betragen wird. Sehr bemerkenswert und wohl zum ersten Male durchgeführt ist die Zuordnung von je einem Kessel und einer Turbine, so daß man mit einem Kessel in Bereitschaft völlig auskommt, zumal da jeder Kessel bei Höchstlast Dampf für 46 000 kW liefert, so daß auch mit drei Kesseln die vier Turbinen betrieben werden können.

Die Erfahrungen mit der seit 15 Monaten in Betrieb befindlichen Kraftanlage sind im allgemeinen günstig. Die Schwierigkeiten, die bei der Kohlentrocknung, beim Mahlen, Fördern und Verfeuern des Kohlenstaubes sowie an den vier Anzapfstellen der Turbine zunächst auftraten, konnten bald beseitigt werden. Der Wärmeverbrauch betrug in den letzten Monaten fast unverändert 3800 bis 4000 kcal/kWh. („Electrical World" 5. Mai 1928 S. 901 und 909*) [N 1652 a] Pt.

Schnelläufige Freistrahlturbinen

Für kleine Gefälle und große Leistungen strebt man auch bei Freistrahlturbinen nach Erhöhung der Schnellläufigkeit. Bei dieser Entwicklung hat man das Verhältnis des mittleren Raddurchmessers zum größten Strahldurchmesser zu verkleinern versucht. Die unterste Grenze dürfte z. Zt. wohl bei einer Turbine von rd. 2900 PS Leistung für 160 m Gefäll, 950 mm mittl. Raddurchmessers (D) 2 × 145 mm Strahldurchmesser (d) und 500 Uml./min erreicht sein, wobei dieses Verhältnis $D/d = 6,55$ ist. Bei der günstigsten Belastung belief sich der hydraulische Wirkungsgrad auf 92 vH. Bei voller Belastung fällt jedoch der Wirkungsgrad stark ab.

Wenn es gelingt, den Wirkungsgrad bei Vollast zu verbessern, so wäre der Anschluß der Freistrahlturbinen an die langsamlaufenden Francisturbinen gefunden, da durch

ordnung von zwei Rädern mit je zwei Strahlen eine spe-
sche Drehzahl von $n_s = 68,4$ erreicht werden könnte.
erdings wird die Regelung durch die größere Anzahl
Leitvorrichtungen sehr verwickelt. (Schweizerische Bau-
ung 19. Mai 1928 S. 241.) [N 1652 b] Ls.

n landwirtschaftlicher Unterrichtszug

Die Southern Pacific-Bahn hat in Übereinkunft mit der
iversität Kalifornien einen Zug eingerichtet, den man
e reisende Farm nennen kann. Er besteht aus 15 Wagen,
l zwar Unterrichts-, Viehschau-, Farmwirtschaftswagen
. m. Während der Reisedauer von zwei Wochen hält
an 24 wichtigen Plätzen des San Joaquin- und des Sacra-
nto-Tales.

Der Tag ist ausgefüllt mit Besichtigungen und Be-
h von Farmen sowie Vorträgen über Fragen der all-
neinen und örtlichen Belange der Landwirtschaft.

Auch eine Besichtigung des Zuges findet statt, von dem
ßer den bereits genannten Wagen auch der Unterrichts-
gen für den hauswirtschaftlichen Unterricht an die Far-
rfrauen und ein Wagen, in dem die zweckmäßige Ver-
chtung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen zur Ver-
idung von Schädigungen gezeigt wird, bemerkenswert
d. Die Ausbildung der männlichen und weiblichen Farm-
gestellten findet ebenfalls Berücksichtigung.

Dieser Zug ist zweifellos für amerikanische Verhält-
se im Hinblick auf die weit zerstreut liegenden Farmen
großem Wert, und zwar nicht nur vom wissenschaft-
ıen, sondern auch vom Standpunkt des lebhaften Güter-
tauschs. („Railway Age" 5. Mai 1928 S. 1059.)
[N 1652 d] Ro.

ektrische Erwärmung beim Schmieden von Ventilstößeln

Die Rich Steel Products Co. verwendet zum Anwärmen
Rundstahls beim Schmieden von Ventilstößeln für Kraft-
genmotoren einen elektrischen Widerstandofen nach Ber-
k. Der Rundstahl wird zunächst in passende Stücke ge-
nitten. Der Arbeiter führt jedes Stück mit der Zange in
eine Elektrode ein, die klauenartig ausgebildet ist, während
die zweite Elektrode aus Kupfer durch eine Feder gegen das
andre Ende des Stahles gepreßt wird. Der Strom bleibt so-
lange eingeschaltet, bis das Ende der Stange auf rd. 20 mm
rotglühend ist. Sodann wird der Stößelkopf in einer Presse
angeschmiedet. An Stücken von 16 mm Dmr. und 50 mm
Länge hat man bei 1000 Stößeln einen Verbrauch von rd.
40 kWh für das Anwärmen auf 20 mm gemessen. In drei
Stunden wurden 1054 Stößel angewärmt. Der Ofen wird von
der American Car and Foundry Co. hergestellt. („Electrical
World" 5. Mai 1928 S. 923.) [N 1652 c] Schr.

Amerikanische Elektrizitätswerke mit mehr als 100 Mill. kWh Jahreserzeugung

Im Jahre 1927 haben in Nordamerika 141 Elektrizitäts-
werke mehr als je 100 Mill. kWh erzeugt; von diesen Wer-
ken liegen 124 in den Vereinigten Staaten, 15 in Kanada
und 2 in Mexiko. Die Gesamtleistung der 124 Werke in den
Vereinigten Staaten betrug 24 275 311 kVA — 17 255 891
kVA (rd. 71 vH) in Wärmekraftwerken und 7 019 420 kVA
(rd. 29 vH) in Wasserkraftwerken —, ihre gesamte Strom-
erzeugung 64,38 Milliarden kWh. Gegenüber dem Jahre 1926
hat die Stromerzeugung um 11 vH zugenommen; die Jahres-
erzeugung je kVA eingebauter Leistung ist von 2570 auf
2610 kWh gestiegen. („Electrical World" 5. Mai 1928
S. 914.) [N 1652 e] Pa.

Elektrizitätsversorgung Südenglands

Der Plan mit den einzelnen Angaben für die Elektrizi-
tätsversorgung Südenglands, und zwar für die Oberleitun-
gen, ist vom Central Electricity Board herausgegeben wor-
den. Er umfaßt ein Gebiet, in dem rd. 11 Mill. Einwohner
mit Licht- und Kraftstrom zu versorgen sind; rd. 780 km
Übertragungsleitungen sind dafür erforderlich. Die Lei-
tungen werden von rd. 24 m hohen Gittermasten aus gal-
vanisiertem Stahl getragen, die in rd. 275 m Abstand von
einander stehen. Für die Ausführung dieses Planes sind
rd. 240 Mill. ℳ erforderlich. („The Engineer" 11. Mai 1928
S. 505). [N 1633 g] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung,
Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

s Drahtziehen auf Mehrfach-Ziehmaschinen. Von Dr.
Goldschmidt. Halle a. d. S. 1927, Martin Boerner.
4 S. m. 55 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Bei dem Mangel an neuerem Schrifttum, das über kon-
uktive und betriebliche Eigenarten der Drahtziehmaschi-
ı unterrichtet, ist das Werk zu begrüßen. Der erste Teil
ngt in knapper Form die theoretischen Grundlagen der
rgänge beim Drahtziehen und gibt insbesondere eine
eichung für die Dehnungen sowie Tafeln von im Betrieb
vährten Ziehstufen. Die rechnerische Ermittlung der
beitsleistung wird an einem Beispiel gezeigt, und die ge-
uchlichen Ziehgeschwindigkeiten werden erörtert. Von
ang ist die metallographische Untersuchung des Gefüges
einander folgender Züge. Im zweiten Teil bespricht der
fasser die Bauteile der Drahtziehmaschinen; die Be-
ıdlung von Fehlerquellen und ihre Abhilfe dürfte dem
ıhtwerk besonders wichtig sein. Man könnte vielleicht
eingehendere Behandlung der Instandhaltung der Zieh-
ne im Betrieb, besonders in Bezug auf Maßhaltigkeit,
ıschen. [E 1487] Hä.

Deutsche Eisenbahn-Signalordnung in Wort und Bild.
Herausgeg. von Fritz Schneider und Karl Gotter.
erlin 1927, Verlag d. Verkehrswissenschaftl. Lehrmittel-
esellschaft bei der Dtsch. Reichsbahn. 1. T.: Anwen-
ung der Signale 5 u. 6 auf freier Strecke. 32 S. m.
6 Abb. Preis 1 ℳ. 2. T.: Die Signale am Zuge und
uf der Strecke. 56 S. m. 32 Abb. Preis 1,75 ℳ.

Jeder, der im Eisenbahndienst dem Dienstanfänger die
nstvorschriften klar zu machen hat, weiß, welche Schwie-
keiten die naturgemäß kurzgefaßten Texte der amt-
en Signalordnung dem Lernenden bereiten. Ebenso ist
eim Selbstunterricht oft schwer, sich in die Vorschrif-
hineinzufinden, da die Anwendungsbeispiele fehlen. Es
daher sehr zu begrüßen, daß die Verfasser einen neuen
gewählt haben, um die Signalordnung dem Dienst-
nger und allen denen, von denen die Kenntnis der
alordnung verlangt wird, näher zu bringen. Mit be-
mten Dienstvorgängen werden die Signale in einen
rlichen inneren Zusammenhang gebracht. Schematische
tellungen und gute photographische Aufnahmen der in
natürlichen Farben wiedergegebenen Signale verdeutlichen
dem Lernenden die Anwendungsmöglichkeiten, so daß er
ein anschauliches Bild von ihrem Zweck erhält. Allen
Lehrern und Schülern der Eisenbahnschulen sind die sehr
billigen Hefte eindringlichst zu empfehlen, ebenso wie allen
Beamten als Nachschlagebuch zur Auffrischung ihres Ge-
dächtnisses. [E 1483] C. W.

Bauten der Technik, ihre Form und Wirkung. Von Werner
Lindner. Berlin 1928, Ernst Wasmuth. 232 S. m.
614 Abb. Preis 34 ℳ.

Künstler sammeln Naturformen wahllos — Blätter, Ver-
steinerungen, Kristalle, Schnecken — und erfreuen sich der
Naturschönheiten und auch wohl an der Gesetzmäßigkeit
der Form. Botaniker und Geologen sammeln und ordnen
dagegen weniger nach Formgesetzen, sondern nach Arten.
Der Verfasser erkennt — wie der Künstler — in den „Bau-
ten der Technik" von den frühesten Anfängen bis heute
ein wundervolles Spiel von Formen und sammelt sie gleich
einer Schmetterlingssammlung. Mit kleinen Abweichungen
kann man mit Ludwig Loewe vom Verfasser sagen:

> Herr Lindner sieht so fröhlich drein,
> Wie schön ist doch die Welt (der Technik).
> Du gabst mir einen guten Fang
> Herr Gott, wie dirs gefällt.

In dem vorliegenden Buch ist das Sammeln von Formen
aus dem Gebiete der Zweckbauten eine Spielerei „mit zeit-
losen Schönheiten", dazu angetan, „den Wesensinhalt des
wahrhaft schöpferischen Werkes — — zu übersehen". Dem
Wunsche des Verfassers, in einer Kritik über das Buch Hin-
weise zu bringen für eine größere Abrundung des Stoffes,
kann man nicht gut entsprechen. Meines Erachtens ist
vielmehr eine Einschränkung notwendig und eine Vertie-
fung, wenn man sich nicht nur wie ein Künstler den Natur-
formen, sondern mehr wie ein Ingenieur-Architekt den
Zweckformen nähern will. In dieser Zusammenstellung ist
die Frage müßig, ob das Buch dem neuzeitlichen Bauschaf-
fen von Industriebauten dienen kann. Der Ingenieur wird
das unbekümmerte Spiel mit Formen aus seiner Welt amü-
siert — vielleicht auch interessiert — betrachten.
[E 1480] Karl Stodieck

Luftrecht. Reichsrechtliche Vorschriften. Textausgabe von Alfred Wegerdt. Berlin 1927, Gebr. Radetzki. 252 S. Preis 5 ℳ.

Zollvorschriften und Zollsätze für Luftfahrzeuge, Luftfahrzeugteile und Zubehör. Bearb. vom Verband deutscher Luftfahrzeug-Industrieller e. V. Berlin 1927, Gebr. Radetzki. 63 S. Preis 3 ℳ.

Das internationale Recht der Privatluftfahrt. Von Hermann Döring. Berlin 1927, Gebr. Radetzki. 64 S. Preis 3 ℳ.

Drei Schriften, die dem Theoretiker wie dem Praktiker zum unentbehrlichen geistigen Rüstzeug gehören und umsomehr zu begrüßen sind, als die sachliche Behandlung und Klärung der das Luftrecht und Luftfahrwesen betreffenden Fragen noch dadurch leidet, daß hier wissenschaftliche Arbeiten noch äußerst selten sind.

Das „Luftrecht" ist eine Zusammenstellung der zur Zeit auf deutschem Gebiete geltenden gesetzlichen und vertraglichen Bestimmungen und besonders wertvoll, weil es die Quellen genau angibt, nicht mehr gültige Bestimmungen ausschaltet und an der Hand des Inhaltsverzeichnisses eine schnelle und gründliche Unterrichtung ermöglicht. Das Werk füllt daher eine Lücke aus, die von jedem, der sich mit Luftrechtfragen befaßte, schmerzlich empfunden wurde.

Die Sammlung der „Zollvorschriften und Zollsätze" zeigt, welche starken Verschiedenheiten in der Zollbehandlung für Luftfahrzeuge, Luftfahrzeugteile und Zubehör in den außerdeutschen und außereuropäischen Staaten auftreten. In den meisten Ländern wird verzollt; man wendet entweder einzeln Gewichts- oder Wertzoll an oder beides nebeneinander. Nur einige Staaten gewähren noch Zollfreiheit. Da die Zollregelung eine der wichtigsten Fragen der auf den Verkehr von Land zu Land gerichteten praktischen Luftfahrt ist, trägt dieses für die gesamte Luftfahrzeugindustrie wichtige Nachschlagebuch dazu bei, in den Staaten eine möglichst einfache und einheitliche Gestaltung des Zollwesens herbeizuführen.

Das „Internationale Recht der Privatluftfahrt" bietet schon als Stoffsammlung dank seiner Reichhaltigkeit und hohen Vollständigkeit die Möglichkeit, sich über flugrechtliche Fragen gründlich zu unterrichten und gibt zugleich die Anregung, sich mit der deutschen und ausländischen Privatluftfahrt zu befassen. Besonders ist dem Verfasser zu danken, daß er das zur Durchdringung dieses Stoffes, der nach öffentlich-rechtlichen und privatrechtlichen Gesichtspunkten gegliedert ist, in Betracht kommende umfangreiche und vielgestaltige Gesetzes- und Vertragsrecht mit zur Darstellung gebracht und gezeigt hat, in welcher Richtung sich die Rechtsverhältnisse der Privatluftfahrt notwendig entwickeln müssen: sei es auf dem Gebiete des Staats-, Verwaltungs-, Straf- und Prozeßrechts oder den vielen Zweigen des Privatrechts.

[E 1437] Dr. M. Gossow

Das österreichische Patentgesetz. Von Ferdinand Arlt. Wien 1928, Steyrermühl-Verlag. 192 S. Preis 1,60 ö. S.

Diese Darstellung des österreichischen Gesetzes vom 11. Januar 1897 in der neuen Textverordnung von 1925 gibt einen guten Einblick in den Aufbau des österreichischen Gesetzes. In den Vorbemerkungen beschäftigt sich der Verfasser mit den Grundbegriffen des Patentrechts (z. B. Unterschied zwischen Entdeckung und Erfindung). Wichtig ist der Hinweis auf die wesentlichen Unterschiede zwischen dem deutschen und dem österreichischen Patentgesetz; z. B. kann in Deutschland der Schutzumfang von Patenten nur im Wege der Klage vor den ordentlichen Gerichten festgestellt werden, während in Österreich hierüber das Patentamt entscheidet.

Dem Erfinder ist ferner in Deutschland durch Verfügung des Präsidenten des Patentamtes die Nennung als Erfinder gestattet, in Österreich besteht hierauf ein gesetzlicher Anspruch usw. Wichtig sind ferner die Bestimmungen in § 5 a ff., die neu eingefügt sind und die das Recht des sogenannten Dienstnehmers (Arbeitnehmers) an Erfindungen gesetzlich regeln. In dieser Richtung dürfte das österreichische Patentgesetz dem Angestellten als Erfinder einen höheren Schutz gewähren als in Deutschland, wo diese Frage mangels gesetzlicher Bestimmungen durch Sammelverträge oder Einzelabmachungen geregelt ist, die sehr verschieden sind und zum Teil die Rechte des Angestellten erheblich beschränken.

[E 1474] Dr. R. Machemehl.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1928. Begründet von Wilhelm Heinrich Uhland. Bearbeitet von R. Stückle. In zwei Teilen. Erster Teil: Taschenbuch. Zweiter Teil: Für den Konstruktionstisch. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 54. Jg. I. Teil 226 S. II. Teil 578 S. Preis 4 ℳ.

Der neue Bearbeiter des bekannten Taschenbuches, Prof. Stückle, hat vor allem den Inhalt des zweiten Teiles durch Erweiterungen dem neueren Stande der Technik angepaßt. Soweit diese Bearbeitung bei der vorliegenden Ausgabe noch nicht möglich war, ist sie für das nächste Jahr vorgesehen.

[E 1443] Pa.

Theoretische Untersuchungen für Maschinenbau und Bearbeitung, 1. H.: **Evolventenverzahnung.** Von Hans Friedrich. Berlin 1928, Julius Springer. 77 S. m. 67 Abb. Preis 7 ℳ.

Versuchsfeld für Maschinenelemente der technischen Hochschule zu Berlin, 8. H.: **Riemenschlupf und Reibungszahl von Gummi- und Ledertreibriemen.** Von Hans Nowsky. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 56 S. m. 38 Abb. Preis 4 ℳ.

Berechnung offener Lederriementriebe. Herausgeg. vom Ausschuß für mechanische Energieleitung beim AWF. 6 Seiten Tafeln. Berlin 1928, Beuth-Verlag. Preis 0,90 ℳ.

Technologie der Brecher, Mühlen und Siebvorrichtungen. Von E. C. Blanc. Deutsche Bearbeitung von Hermann Eckardt. Berlin 1928, Julius Springer. 457 S. m. 196 Abb. Preis 34 ℳ.

Lehrbuch der zeitgemäßen Vorkalkulation im Maschinenbau. Von Friedrich Kresta und Theodor Käch. 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 294 S. m. 132 Abb. 116 Tabellen und 7 logarithm. Tafeln. Preis 22 ℳ.

Teubners Handbuch der Staats- und Wirtschaftskunde. Leipzig und Berlin 1926 und 1928, B. G. Teubner. I. Abt.: Staatskunde. 1. Bd. 3. H.: **Der Vertrag von Versailles.** Von E. Rosenbaum. 76 S. Preis 3,60 ℳ. 2. Bd. 4. H.: **Selbstverwaltung.** Von A. Dominicus. 27 S. Preis 1,60 ℳ. II. Abt.: Wirtschaftskunde. 1. Bd. 4. H.: **Sozialpolitik.** Von G. Jahn. **Sozialversicherung.** Von H. Dersch. **Wohnungs- und Siedlungswesen.** Von M. Rusch. 82 S. Preis 4 ℳ. 2. Bd. 6. H.: **Grundzüge der Finanzwissenschaft.** Von K. Bräuer. **Der öffentliche Kredit. Reichssteuersystem.** Von R. Büchner. 168 S. Preis 8 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 9. JUNI 1928 Nr. 23

Hauptversammlung Essen 1928

Das niederrheinisch-westfälische Industriegebiet im 20. Jahrhundert

Von C. Matschoß, Berlin

Allgemeine Übersicht — Hauptindustrien: Bergbau, Eisen und Stahl, andre Metalle — Elektrizitätswirtschaft — Wasserversorgung und Entwässerung — Verkehrswesen.

Essen um 1581, von Osten gesehen (nach einem Bilde im Museum der Stadt Essen).

Der Verein deutscher Ingenieure hat in 72 Jahren mit seinen 67 Hauptversammlungen unser deutsches Vaterland von West nach Ost, von Nord nach Süd durchwandert. 37 Städte, viele davon mehr als einmal, haben den Verein gastlich aufgenommen.

Es lag nahe, diese großen Jahresversammlungen der deutschen Ingenieure zu benutzen, um sich über die technische und industrielle Entwicklung des Gebietes, in dem man tagte, zu unterrichten. So entstanden vor dem Kriege zahlreiche, zum Teil sehr umfangreiche Festschriften mit wertvollen geschichtlichen Beiträgen. Später begnügten wir uns, in Aufsätzen der zur Hauptversammlung erscheinenden Zeitschriften dieses wichtige Gebiet technisch-industrieller Heimatkunde zu pflegen. Als der Verein 1922 in

Essen um 1830 (nach einem Stich von Clasen).

Dortmund tagte, hat diese Zeitschrift eingehend über die Entwicklung des Industriegebietes unter besonderer Berücksichtigung der großen Männer, deren Lebensarbeit in den Industriewerken verkörpert ist, berichtet[1]). Es erübrigt sich deshalb, dies hier zu wiederholen. Dies Jahr, in dem der Verein zum erstenmal in Essen, der großen Hauptstadt der Kohle, tagt, sei versucht, in gebotener Kürze die Entwicklung einiger Hauptgebiete technischer Ingenieurarbeit innerhalb des nun fast drei Jahrzehnte schon erfassenden 20. Jahrhunderts zu verfolgen.

Was bedeuten diese 28 Jahre des uns gar nicht mehr so neuen Jahrhunderts für das große Industriegebiet? Als sich im Mai 1902 in Düsseldorf die Tore der zweiten großen Industrieausstellung Rheinland-Westfalens öffneten und die vielen Besucher aus allen Teilen der Welt das weite Gelände am Rhein durchwanderten, da war nur eine Stimme der Bewunderung über die Leistungen, die hier gezeigt werden konnten. Von der Ausstellung selbst wurde mit Recht gerühmt ihre gewollte Sachlichkeit und ihre zielsichere Organisation, und der Vergleich mit manchen andern, mit größeren Ansprüchen in Szene gesetzten Ausstellungen fiel zugunsten Düsseldorfs aus. Die industrielle Heerschau 1902 bot ein anschauliches Bild dessen, was im Anfang des 20. Jahrhunderts in Rheinland und Westfalen erreicht war.

Eine andre, sehr bedeutsame Quelle für die Beurteilung der technischen Entwicklung um 1900 auf einem der wichtigsten engeren industriellen Gebiete, der Kohle, bietet das ausgezeichnete zwölfbändige Werk, das der bergbauliche Verein unter dem Titel „Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts“ herausgegeben hat. Ein getreues Bild nicht nur dessen, was erreicht war, sondern auch ein Bild von dem harten Ringen mit der Natur, dem mühevollen Weg, der zum Aufschließen immer reicherer Kohlenschätze führte, geben in technischer, organisatorischer und wirtschaftlicher Hinsicht diese inhaltsreichen Bände.

Unaufhaltsam aber schreitet die technisch-industrielle Entwicklung vorwärts. Was 1900 als eine einzelne und seltene Spitzenleistung bewundert wurde, gilt heute als zuweilen schon vergessene Leistung vergangener Zeit. Auch die Marksteine technischer Höchstleistung um 1900 sind heute nur noch erkennbar in der Geschichte. Höchstleistungen werden zu Durchschnittsleistungen und schließlich einmal zu Kennzeichen technisch zurückgebliebener Zeiten. Das Bild vom Strom der Entwicklung gilt vor allem für die Geschichte der Technik und Industrie.

Von 1900 an ging die Entwicklung des Industriegebietes mit der gesamten deutschen Industrie ungestüm aufwärts. Von Jahr zu Jahr wurden die statistischen Zahlen größer, die Kurven, die sie zum Ausdruck brachten, steiler. Immer mehr richtete sich die Aufmerksamkeit der Welt auf dieses unaufhaltsame Vorwärtsdrängen deutscher industrieller Kraft. Diese Entwicklung wurde 1914 jäh unterbrochen durch den Weltkrieg. Schien es zuerst, als ob infolge der Ansprüche, die das Heer an die Menschen des Industriegebietes stellte, die industrielle Arbeit zum Stocken kommen sollte, so zeigte sich bald, daß jetzt im Kriege diese Arbeit, konzentriert auf die Bedürfnisse des Krieges, noch stärker und intensiver werden mußte. Hier ist nicht der Platz, um über die gewaltigen Leistungen des Industriegebietes für den Weltkrieg zu sprechen. Bewundernswert in der Geschichte des Krieges aber, werden diese Leistungen unvergeßlich bleiben.

Dem Krieg folgten Zusammenbruch und Umsturz der bisherigen Verhältnisse. Die Umstellung von der Kriegsarbeit auf die Friedensarbeit war unsäglich schwer. Es kam über das Industriegebiet die Zeit des Ruhrkampfes. Im waffenlosen Land, das den schwersten Frieden, den die Geschichte kennt, übernommen hat, war Kriegszustand. Unvergeßbar sind die Leiden, denen unsre deutschen Brüder ausgesetzt waren, vorbildlich aber auch wird bleiben das unentwegte, zähe Festhalten an der deutschen Heimat und an der deutschen technisch-industriellen Arbeit, die unter unsäglichen Schwierigkeiten, oft vom Erliegen bedroht, fortgeführt wurde. Die Geschichte des Industriegebietes wird die Namen der Männer erhalten, die hier in Technik und Industrie die Führung übernahmen. Lebenswille und Lebenskraft überwanden auch diese schwerste Zeit, und wenn es auch heute an Schwierigkeiten, an Sorgen nicht fehlt, so steht doch der Zeiger der technischen Entwicklung auf Fortschritt.

Nach wie vor aber ist die Kohle eine der wichtigsten Grundlagen für die so mannigfaltig verzweigte industrielle Arbeit. Kennzeichnend ist die fortschreitende Mechanisierung, das Zusammenfassen kleinerer Einheiten zu Fördergebieten großer Leistungen, Fortschritte in der Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Längst ist aus der einfachen Kohlengrube eine große, sehr vielseitige industrielle Anlage geworden. Die Chemie steht im Mittelpunkt der Bestrebungen. Sprach man früher viel von Hüttenzechen, der Verbindung von Kohlengruben mit Hüttenwerken, so beginnt man heute, von chemischen Zechen zu sprechen, in denen zuweilen das sogenannte Nebenprodukt anfängt, zum Haupterzeugnis zu werden. Unaufhaltsam sucht man den Absatz des gewonnenen Gutes zu erweitern. Wichtig ist heute die Frage, ob nicht die Zeit gekommen sei, das Gas der großen Kokereien weit über das Land in die Großstädte zu entsenden. Die Öffentlichkeit interessiert sich für die Ferngasleitung.

Im Eisenhüttenwesen sind grundlegende Fortschritte, die verglichen werden könnten mit den Fortschritten, die sich an die Namen Bessemer, Thomas, Siemens und Martin knüpfen, nicht zu verzeichnen. Man hofft, durch planmäßiges, immer tieferes wissenschaftliches Erkennen der uns noch vielfach im einzelnen unbekannten Vorgänge in der Eisenerzeugung die Grundlagen zu finden für spätere, weitere große Fortschritte, wie sie z. B. in dem Streben nach unmittelbarer Gewinnung des Eisens aus den Erzen erhofft werden.

Schon 1900 waren deutlich erkennbar hervorragende Leistungen in der Mechanisierung der Hüttenwerke; schon damals waren die Mengen, die zu erzeugen waren, zu groß für die Hand des Menschen. In dieser Richtung der Mechanisierung geht dann die Entwicklung im 20. Jahrhundert in immer stärkerem Maße vorwärts. Wer Gelegenheit hat, ein neuzeitliches, auf wenige Formen von Eisen eingestelltes Riesenwalzwerk zu sehen, wird staunend die Menschenleere dieses industriellen Arbeitsplatzes erkennen und damit auch einen Begriff bekommen von den Leistungen des Maschinenbaues auf diesem Gebiete.

Das gleiche gilt von allen andern Arbeitstätten der großen eisenerzeugenden Industrie. Planmäßige, wissenschaftliche Einzelarbeit, in bewundernswerter Weise organisiert in der auf Gemeinschaftsarbeit eingestellten Tätigkeit des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, hat in zäher Arbeit Großes geleistet. Die Werkstofftagung in Berlin, an der der Verein deutscher Eisenhüttenleute besonders hervorragend beteiligt war, ließ erkennen, welche Leistungen heute auch vor allem in der Richtung der Güte des Materials erreichbar sind.

Die Grundlage für alle Mechanisierung ist die Maschine. Der ungewöhnlich starke Bedarf im Bergbau und Hüttenwesen hat als Auftraggeber dafür gesorgt, daß im Industriegebiet sich auch eine große Maschinenindustrie, die hervorragende Leistungen aufzuweisen hat, entwickeln konnte. Mit den von ihr hergestellten Sondermaschinen für Bergbau und Hüttenwesen begnügte sich der Maschinenbau nicht. Er hat in seinen Kraftmaschinen, seinen Werkzeugmaschinen, in seinen großen Hebezeugen und mit andern Leistungen sein Absatzgebiet weit über das des engeren Industriegebietes ausgedehnt. Eine gleichwertige Rolle spielt der Eisenbau, angegliedert an die großen Hüttenwerke. In nächster Nähe, am Rhein, geben wie in aller Welt seine Brückenschöpfungen Zeugnis von seinem Können.

Energieerzeugung und -verteilung ist heute eine der wichtigsten Aufgaben des Ingenieurs; denn Energie ist dem Leben und Kräfte spendenden Blut des menschlichen Organismus vergleichbar. Menschliche und tierische Muskelkraft reicht nicht entfernt mehr aus für die technischen Leistungen, die heute als selbstverständlich verlangt werden. Es ist natürlich, daß im kohlenreichsten Gebiet auch die Kohle selbst als Energiespender fast allein in Frage kommt. Freilich, die alten Kolbendampf-

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 581.

Die Kruppschen Werke in der heutigen Stadt Essen. Aufnahme der Firma Hansa Luftbild G. m. b. H., Berlin.

maschinen, wenn auch heute noch in hervorragenden Ausführungen vorhanden, haben immer mehr der Dampfturbine weichen müssen, die zum erstenmal auf deutschem Boden in Elberfeld 1900 größte Aufmerksamkeit der Fachwelt auf sich lenkte. Daneben haben sich seit 1900 weiter die Großgasmaschinen entwickelt.

Der elektrische Strom beherrscht das Gebiet der Energieübertragung. Große Elektrizitätswerke spannen ihre Leitungsnetze bereits weit über das Gebiet des engeren Industriegebietes hinaus. Die Kupplung mit großen süddeutschen Wasserkraftwerken ist bereits vollzogen.

In der Technik ist stets so viel von arbeitsparenden Maschinen gesprochen worden, daß wir uns nicht wundern dürfen, wenn besonders in den der Technik fernerstehenden Kreisen die Überzeugung aufkam, die Technik mache den Menschen überflüssig und schließlich werde man den Menschen noch ganz durch die Maschine ersetzen. Die Wirklichkeit zeigt ein ganz andres Bild. Der Mensch wird von schwerster körperlicher Arbeit entlastet, aber die Maschinen selbst brauchen zu ihrer Herstellung den Menschen und zu ihrer Leitung und Bedienung erst recht. Die immer größer werdenden Leistungen fordern immer größere Menschenmassen. Wer durch das Industriegebiet fährt, weiß, daß er, von Dortmund beginnend bis zum Rhein, aus der menschlichen Siedlung nicht mehr hinauskommt. Aus den kleinen, idyllisch gelegenen Ackerstädtchen vor 100 Jahren sind mächtige, große, nach Hunderttausenden Einwohnern zählende Industriehauptstädte geworden. Man braucht nicht immer nach Amerika zu gehen, um „amerikanische" Entwicklungen zu beobachten.

Diese Ansammlung von Menschen auf eng begrenztem Siedlungsgebiet hat aber den Ingenieur vor neue eigenartige und große Aufgaben gestellt. Es sei hier nur herausgegriffen das große Gebiet der W a s s e r v e r s o r g u n g und der E n t w ä s s e r u n g. Auch hier handelt es sich um lebensnotwendige Voraussetzungen für die große industrielle Entwicklung.

Menschenmassen und Gütermengen, in dem Größenmaße, wie sie im Industriegebiet vorhanden sind, setzen eine vorzüglich ausgebildete V e r k e h r s a n l a g e voraus. Ein Netz von Wasserstraßen, von eisernen Schienensträngen und Landstraßen bedeckt das Land so engmaschig, wie kaum ein andres Gebiet der Welt. Und immer neue Pläne werden erörtert, um die bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit bereits ausgenutzten Verkehrswege und Verkehrsmittel noch leistungsfähiger zu gestalten. Der Kraftwagen hat sich in den letzten Jahren in einer Weise ausgebreitet, wie man es vorher kaum vorausgesehen hat.

Aber mit dem Automobil allein ist es nicht getan. Die alte Landstraße, zu neuem Leben erweckt, sucht nach neuer Gestaltung und neuer Form[1a]). Hat man sich früher in der Zeit des uns heute schon so altväterlich anmutenden Pferdewagens bemüht, möglichst alle auf dem Wege liegenden Dörfer und Städtchen zu berühren, so sucht man heute diese Hemmnisse für den Durchgangverkehr wenn irgend möglich zu umgehen. Große Automobilstraßenzüge sind im Entstehen. Hat man sich oft früher darüber gestritten, ob man Kanäle oder Eisenbahnen bauen sollte, so hat man auch jetzt wieder die Frage erörtert, ob das Auto, wenigstens der Lastkraftwagen, nicht der Eisenbahn Abbruch tue. Es wird aber bei dem Wort des alten Harkort bleiben, der auf die damaligen Streitfragen über Kanäle und Eisenbahnen immer wieder erwidert hat: „Baut Kanäle u n d Eisenbahnen."

Diese Vielfältigkeit der mit der industriellen Entwicklung im engsten Zusammenhang stehenden Aufgaben, die hier nur auf einigen wenigen Gebieten angedeutet werden konnte, stellt an die S t a a t s - u n d G e m e i n d e v e r w a l t u n g riesige Aufgaben; denn nur im engsten, gemeinsamen Zusammenarbeiten lassen sich diese Schwierigkeiten, die dabei notwendigerweise aus der Entwicklung heraus entstehen müssen, überwinden. Aufs innigste verbunden sind die Städte mit der Industrie, und wenn zuweilen von industrieller Seite aus geklagt wird über die zu starke Initiative der Oberbürgermeister in Arbeiten, die man in der Zeit wirtschaftlichster Not für noch entbehrlich hielt, so muß man sich doch klar werden, daß dieser Unternehmungssinn Geist vom Geiste der Industrie ist und daß dieses Vorwärtsstreben auf allen Gebieten gerade auch kennzeichnend für die technische und industrielle Entwicklung ist.

Wer das Leben des Industriegebietes aber nur aus den Handelsteilen der großen Tageszeitungen oder den Fachaufsätzen der führenden Fachzeitschriften kennt, wird dem k u l t u r e l l e n B e s t r e b e n dieses von tätigsten deutschen Menschen bewohnten Teiles deutscher Erde nicht entfernt gerecht. Das Schulwesen ist hoch entwickelt. Die großen Industrien kümmern sich lebhaft um die technische Ausbildung ihres Nachwuchses. In neuerer Zeit haben besondere Bestrebungen, die von Gelsenkirchen ausgingen und heute in Düsseldorf im Deutschen Institut für tech-

[1a]) s. Z. Nr. 19 vom 12. Mai 1928, Fachheft Straßenbau.

nische Arbeitsschulung ihren Mittelpunkt haben, starke Aufmerksamkeit erregt, weil hier mit Begeisterung auch auf die menschliche Seite des Arbeitsverhältnisses, in erzieherischem Sinne gesprochen, Nachdruck gelegt wurde.

Es ist selbstverständlich, daß Menschen, die in ihrer Berufsarbeit vorwärtsstreben, daß Menschen von hoher Intelligenz, wie sie hier notwendig gebraucht werden, auch mit Tatkraft für ihre kulturellen Bedürfnisse sorgen und sich hierfür einsetzen. Die Museen der großen Städte zeigen das nicht weniger als diese großen kulturellen Sonderveranstaltungen, die oft gerade die Städte veranstalten, von denen man außerhalb der Industriegebietes zuweilen glaubt, daß alles Streben und Denken dort nur an Kohle und Eisen gebunden sei. Es braucht nur an die im vorigen Jahre veranstaltete Shakespeare-Woche in Bochum und an die zur diesjährigen Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure eröffnete große Ausstellung „Kunst und Technik" in Essen erinnert zu werden, um das Unrichtige solcher einseitigen Auffassungen von der kulturellen Lebensseite des Industriegebietes zu widerlegen.

Wenn wir die mit Kunstwerken gefüllten Säle des großen Folkwang-Museums der Stadt Essen, dessen Neubauten zugleich damit eröffnet werden, am 8. Juni durchwandern, dann werden uns die Bildnisse der großen Männer, die wir, von Künstlerhand ausgeführt, dort sehen, mit besonderem Nachdruck daran erinnern können, daß gerade die technische und industrielle Arbeit große, tatkräftige, sich für ihre Arbeit einsetzende Menschen notwendig hat. Diese Männer aber wußten alle, daß auch der größte Feldherr ohne Soldaten keine Schlacht gewinnen kann. Sie wußten, wie eng der Führer zusammengehört mit seinen Mitarbeitern, und die heutigen Männer, die an der Spitze der deutschen Technik und Industrie stehen, sind sich der Bedeutung voll bewußt, die in diesem Mitarbeiterverhältnis liegt. Jeder Fortschritt, der auch hier erreicht wird, dient zum Wohle der Technik und Industrie und damit zum Wohle des gesamten Volkes.

Im folgenden sei nun die Entwicklung einiger besonders wichtiger Zweige der niederrheinisch-westfälischen Industrie und Ingenieurarbeit in kurzen Zügen hervorgehoben[2]).

Kohlenbergbau

Gewinnung

Den Anfang des 20sten Jahrhunderts muß man als den Beginn der Mechanisierung im Bergbau ansehen. Der Übergang von der Handarbeit zur Maschine sicherte erhöhte Leistungen und größere Wirtschaftlichkeit. Da kein Zweig der Industrie mehr Menschenkräfte als der Bergbau braucht, war hier der Ersatz von Menschenkraft um so mehr am Platz, als die Löhne höher waren als in andern Industrien. 65 bis 70 vH aller Ausgaben im Bergbau machen heute die Löhne aus. Den Beginn dieser Umwälzung schildert das große Werk über die Geschichte des niederrheinisch-westfälischen Industriebezirks[3]). Außerdem waren hierfür zahlreiche Hinweise auf der Gewerbeausstellung Düsseldorf vom Jahre 1902 zu finden[4]).

Bei der Einführung von Neuerungen wurden im Bergbau mit deutscher Gründlichkeit erst sämtliche Maschinen und Einrichtungen auf technische Bewährung sorgfältig geprüft und untersucht. Man führte Änderungen und Verbesserungen durch, die für die besonderen Verhältnisse notwendig waren. Der Verein für die bergbaulichen Interessen der Zechen, der Dampfkesselüberwachungsverein im Oberbergamtsbezirk Dortmund und der Verein deutscher Ingenieure ließen in Gemeinschaftsarbeit u. a. Untersuchungen an Fördermaschinen und Wasserhaltungen anstellen[5]), und die von unserm Verein aufgestellten Regeln für Leistungsversuche an Kraft- und Arbeitsmaschinen lieferten wertvolle Unterlagen.

Abb. 1
Entwicklung der Steinkohlenförderung und der Belegschaftszahl.

Man vermied bei der Einführung bewährter Neuerungen, die Arbeiter erhöhten Gefahren auszusetzen, die ohnehin im Bergbau verhältnismäßig groß sind. Diese Bestrebungen waren erfolgreich; denn die Zahl der im Betriebe tödlich Verunglückten betrug 1926 bei einer Belegschaft von rd. 375 000 Arbeitern nicht mehr als 820 gegen 520 im Jahre 1900 bei einer Belegschaft von rd. 227 000 Arbeitern, also auch nur wenig mehr als 0,2 vH[6]). Mit der Einführung der Maschine erkannte man, daß eine Umschulung und vertiefte Ausbildung der im Bergbau beschäftigten Arbeiter notwendig war. Heute, wo die Arbeiten unter Tage ziemlich weitgehend mechanisiert sind, ist die Arbeiterausbildung zu einer ungemein wichtigen Frage geworden. Hierfür hat das Deutsche Institut für technische Arbeitsschulung, Düsseldorf, Vorbildliches geleistet.

Zur Hebung der bergwirtschaftlichen Erzeugung dienten auch Zeitstudien in den Steinkohlengruben des Ruhrbezirks. Diese ergaben, daß man zu einer höheren Leistung nicht durch starke körperliche Anstrengung des Arbeiters, sondern durch zweckmäßige Ausnutzung seiner Arbeitskraft kommt. Ferner findet man auf Grund der Zeitmessungen Fehler in der Anwendung der bergmännischen Gewinnungsmaschinen sowie Mängel ihrer Bauart, die sich dann meist durch kleine Änderungen zum Vorteil der Handlichkeit und Leistung besei-

---

2) Diese in Bild, Zahlentafel und Wort ausgedrückten Angaben sind auf Grund der angeführten Quellen in gemeinsamer Arbeit in der wissenschaftlichen Arbeitsstätte des Vereines entstanden.

3) Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Herausgegeben vom Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund in Gemeinschaft mit der Westfälischen Berggewerkschaftskasse und dem Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikat. Bd. 1 bis 12 Berlin 1902 bis 1905, Julius Springer.

4) Z. Bd. 46 (1902) Bd. 47 (1903).

5) Z. Bd. 54 (1910) S. 1445.

6) Ein ausgezeichnetes Werk als Ratgeber zur Bekämpfung der Unfallgefahren im Steinkohlenbergbau ist wegen seiner hervorragenden Darstellung und Gegenüberstellung von Falsch und Richtig „Der Bergmannsfreund", herausgegeben von den Direktoren der Bergmännischen Berufsschule im Oberbergamtsbezirk Dortmund, Bochum 1927, Westfälische Berggewerkschaftskasse.

tigen lassen[7]. Wie auf allen Gebieten der Technik, so hat auch im Bergbau die Normung betriebsparend und wirtschaftlich gewirkt. Hier sei nur erinnert an die Arbeiten auf dem Gebiete der Normung von Grubenschienen, Spurweiten, Förderwagen, Rohrleitungen für Druckluft und Wasser, Rutschen, des Grubengezähes usw.

Das Streben nach Wirtschaftlichkeit führte weiter dazu, alle kleinen Gruben stillzulegen oder ihren Betrieb, soweit es ging, mit andern Grubenbetrieben zusammenzulegen und leistungsfähige Gruben auszubauen. Man schuf also größere Betriebseinheiten. So kam man zu Förderzahlen einer Grube bis zu 5000 t täglich; 2000 bis 3000 t sind heute die durchschnittliche Leistung[8]. Förderleistung und Belegschaftzahl im Ruhrgebiet und ganz Deutschland zeigt Abb. 1, die Leistung in den einzelnen Revieren des Oberbergamtsbezirks Dortmund, Abb. 2.

Das Aufsuchen von Lagerstätten, die Bestimmung ihrer Mächtigkeit und Güte ist heute zu einer besonderen Wissenschaft geworden. Um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten, wendet man verschiedene Verfahren nebeneinander an: Schweremessungen durch Pendel und Drehwaage, magnetische, elektrische Verfahren usw.[9].

In den Jahren nach dem Kriege sind neue Schächte nur in den dringendsten Fällen abgeteuft worden; die Kapitalaufwendungen sind bei den hohen Materialkosten meist zu wenig lohnend. Dagegen war es notwendig, eine Anzahl bestehender Schächte tiefer auszubauen. Neben den früheren Verfahren hat man hierbei mit Erfolg mehrere neue angewendet; so ist das Gefrierverfahren zum Tiefkälteverfahren vervollkommnet worden[10]. Ferner benutzt man das Torkretverfahren mit Spritzbeton[11] und bei Schwimmsandschichten das Versteinungsverfahren[12]. Im wasserführenden Steinkohlengebirge hat man zur Erzielung größerer Dichte der Schachtmauer gegen Stoßwasser den Betonausbau durch schützende Betonsteingerippe[13] ersetzt.

Im Ruhrbezirk ist es zur Regel geworden, die beiden Bauschächte eines Baufeldes zu einer Doppelschachtanlage zu vereinigen. Diese Einrichtung bietet die beste Gewähr für Betriebsicherheit und Leistungsfähigkeit. Ein besonderer Betriebsvorteil liegt darin, daß Ein- und Ausziehschacht einander vorzüglich als Förderschächte ergänzen. Bei den Turmförderanlagen hat man die Fördermaschine unmittelbar oben in den Turm eingebaut und die Flurköpe durch die Turmköpe ersetzt. Die Turmförderanlage wird entweder in Eisenkonstruktion mit Mauerwerk für die Antriebanlage oder ganz in Eisenbeton ausgeführt[14]. Als Antriebkraft für die Hauptschachtförderungen überwiegt heute noch der Dampf, obwohl die neueren Anlagen in der Hauptsache elektrischen Antrieb erhalten. Im Jahre 1912 hatten 95,4 vH Fördermaschinen Dampfantrieb, der Rest elektrischen Antrieb[15]; im Jahre 1926 waren die Dampfantriebe auf 82 vH gesunken. Der Förderkorb ist bisher noch nicht durch den Kübel ersetzt worden.

An Abbauarten vor Ort — Ende 1926 gab es 22 871 Gewinnungspunkte — wendet man heute hauptsächlich den Strebbau mit breitem Blick (Frontlänge bis über 100 m) bei 0° bis 20° Einfallen an. Die hereingewonnene Kohle wird mittels Rutschen fortgeschafft. Man spricht daher auch von Rutschenbau. Bei mehr als 20° Einfallen wendet man den Schrägbau, seltener Firstbau an. Heute beschränkt man sich darauf, die meistbegehrten Sorten abzubauen.

Das Kennzeichnende der Gewinnung ist die Verdrängung der Handarbeit durch die von hochwertigen Arbeitern gesteuerten Maschinen, vergl. Zahlentafel 1. Diese entwickeln sich zu immer größeren und schwereren Bauarten und Ausführungen.

Zahlentafel 1
Die im Ruhrkohlenbergbau zur Gewinnung der Kohlen verwendeten Maschinen.

Maschinenart	April 1914	August 1924	Juni 1925	Ende 1926[16]
Bohrhämmer	5126	13 740	14 848	35 344
Drehbohrmaschinen	56	530	604	1 734
Abbauhämmer und Drucklufthacken	111	6 951	10 525	52 519
Kohlenschneider	—	29	87	309
Großstangen- und Kettenschrämmaschinen	7	215	299	656
Säulenschrämmaschinen	145	234	303	793

Unter den mechanischen Abbauförderungen (Schüttelrutschen, Bandförderer und Schüttelrutschen mit Schleppketten) überwiegen z. Z. die Schüttelrutschen. Bandförderungen werden nur auf wenigen Betrieben benutzt. Die mit Abbauförderung gewonnene Kohlenmenge umfaßte im Ruhrbezirk 1912 rd. 10 vH der Gesamtförderung, dagegen 37 vH im Jahre 1925. 1913 waren 105 km gesamte Rutschenlänge vorhanden, die 1926 auf 330 km gestiegen war[17]. Während früher Bruchbau herrschte, wird heute allgemein mit Versatz gearbeitet. Man unterscheidet den Versatz mit der Hand, den Spülversatz[18] (1926: 15 Anlagen, 42,4 km Leitungen), Versatz mittels Versatzmaschinen[19] (1926: 3) und Versatz mit Hilfe von

Abb. 2
Verteilung der Fördermengen des Kohlenbergbaues auf die einzelnen Reviere des Oberbergamtsbezirkes Dortmund.

[7] „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1529 u. f. Vergl. a. Sieben, Grundplan der wissenschaftlichen Betriebsführung im Bergbau, Berlin 1928, VDI-Verlag.

[8] „Technik und Wirtschaft" Bd. 20 (1927) S. 37; vergl. a. Z. d. Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins Bd. 67 (1928) S. 74, „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 39.

[9] Z. Bd. 66 (1922) S. 652.

[10] Z. Bd. 68 (1924) S. 383; Glückauf Bd. 63 (1927) S. 293.

[11] „Glückauf" Bd. 59 (1923) S. 190, Bd. 61 (1925) S. 76.

[12] „Glückauf" Bd. 60 (1924) S. 559, Bd. 62 (1926) S. 536.

[13] „Glückauf" Bd. 62 (1926) S. 431.

[14] Vergl. Z. Bd. 61 (1917) S. 461, Bd. 66 (1922) S. 1142, Bd. 70 (1926) S. 671 und 1152.

[15] Vergl. Z. Bd. 56 (1912) S. 452.

[16] Z. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staate Bd. 75 (1927) 3. Statistische Lieferung S. St. 89.

[17] „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 383.

[18] „Glückauf" Bd. 39 (1903) S. 927, 962 und Bd. 40 (1904) S. 1300 u. f.; Z. Bd. 54 (1910) S. 1249.

[19] „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 509.

Druckluft. Dies Verfahren scheint nach den bisher durchgeführten Untersuchungen sehr aussichtsreich zu werden[20]).

Die Förderung auf den Hauptförderstrecken durch Schlepper wird nur noch dort angewendet, wo eine neu einzurichtende Sohle angelegt werden soll, d. h. wo die Verwendung von Pferden, Seil-, Ketten- und Hängebahnen oder Lokomotiven unwirtschaftlich ist. Um das Jahr 1900 brauchte man unter Tage 8000 Pferde. Heute sind sie größtenteils durch Lokomotiven ersetzt worden (1926 waren noch 2040 vorhanden). Die Entwicklung der Lokomotivförderung zeigt Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2
Die verschiedenen im Ruhrbergbau unter Tage verwendeten Lokomotivarten.

	1905	1907	1925	1926
Druckluftlokomotiven	Versuche		733	989
Gleichstromlokomotiven	15	64	1256	1347
Wechselstromlokomotiven	—	—	37	11
Lokomotiven mit Sammlerbatterie	1	9	27	37
Benzollokomotiven	32	143	379	404

Das Lokomotivstrecken-Fördernetz umfaßte im Jahre 1926 insgesamt 1920 km. Infolge der wachsenden Ansprüche an die Förderleistung in den Teil- und Abbaustrecken hat man auch hier an Stelle der Schlepper und Pferde kleine Druckluftlokomotiven eingeführt, deren Abmessungen nur wenig von denen der Förderwagen abweichen. Die Streckenlänge der Seil-, Ketten- und Hängebahnen betrug 1926 258 km; den Hauptanteil hatten die Seilbahnen.

Sicherheit. Die Mindestwettermenge für jeden in der Grube tätigen Mann beträgt 3 m³/min. Eine wichtige Aufgabe ist die Bekämpfung der Grubenwärme. Besonders im Nordosten des Ruhrgebiets baut man jetzt die Kohlen in Tiefen ab, die die Arbeit des Bergmanns durch hohe Gebirgswärme erheblich erschweren. Man hat in den letzten Jahren zur Lösung dieser Aufgabe erfolgreiche Untersuchungen durchgeführt und hierbei festgestellt, daß es besonders auf gute Kühlwirkung des Wetterstroms ankommt.

Auf Grund der Polizeiverordnung vom 1. April 1926 ist die elektrische Grubenlampe allgemein eingeführt worden. Man war daher gezwungen, neue Schlagwetteranzeiger zu schaffen. An Stelle der Berieselung zum Verhüten von Kohlenstaubexplosionen ist infolge der Verordnung vom 1. April 1926 das Gesteinstaubverfahren getreten. Ein neuerdings erlassenes Preisausschreiben soll zum Unschädlichmachen des bei der Bohrarbeit in Bergwerken unter Tage entstehenden Staubes verhelfen.

In den Zechenkraftwerken verwendet man für die mechanischen Feuerungen der Kesselanlagen die zum Teil unverkäuflichen, stark aschenreichen geringwertigeren Brennstoffe, für Staubfeuerungen das Zwischengut aus der Aufbereitung oder Koksgrus. Die Stromversorgung ist meist mit den öffentlichen Netzen gekuppelt; die Zechenanlagen beziehen bei hohen Belastungen, wenn der im eigenen Kraftwerk erzeugte Strom nicht ausreicht, diesen von den Großkraftwerken; sie geben aber auch anderseits ihren überschüssigen Strom dorthin ab.

Von den verschiedenen Energieträgern wird allgemein die Druckluft im Betriebe vor Ort angewendet. Dort jedoch, wo es die Schlagwettergefahr gestattet, setzt sich mehr und mehr der elektrische Antrieb durch[21]). Der Wirkungsgrad des elektrischen Betriebes ist ja auch dem des Druckluftgetriebes bei weitem überlegen. 1926 betrug die Länge der Druckluftleitungen 6934 km, die Länge der elektrischen Leitungen 1050 km.

Verwendung der Kohlen

In den seltensten Fällen sind die gewonnenen Kohlen von solcher Reinheit, daß sie unmittelbar verwendet werden können. Man muß sie daher von den unverbrennlichen Mineralien, mit denen sie verwachsen sind und die ihren Aschengehalt erhöhen, in Aufbereitanlagen trennen. Der Reinigung und Veredelung der Kohle geht immer eine Trennung nach der Korngröße voraus, um die Stückkohle über 80 mm von dem feineren Haufwerk, dem Grubenklein, zu trennen, außerdem um nach Aufbereitung aus dem Grubenklein mehr oder weniger verschiedene, den einzelnen Verwendungszwecken entsprechende Korngrößen zu bilden[22]). Den zurückbleibenden Kohlenschlamm und -staub mit hohem Aschengehalt verarbeitet man häufig in Schwimmaufbereitanlagen und gewinnt eine Edelkohle mit 6 bis 7 vH Asche.

Infolge des großzügigen Ausbaues der Kokereianlagen zu Sammelkokereien, in denen man die Nebenerzeugnisse bei der Verkokung wirtschaftlicher gewinnen kann, sind die Zechen des Ruhrbezirks mehr und mehr chemische Zechen geworden. Die wirtschaftliche Verwertung der Abfallprodukte hat ihnen Gewinn gebracht. Während im Jahre 1900 rd. 10 000 Koksöfen im Betrieb waren, in denen 9,1 Mill. t. Koks erzeugt wurden, betrug die Zahl für 1926: 15 492 bei 21 387 000 t, d. h. in Rheinland-Westfalen wurden 26,3 vH der Kohlenförderung zu Kokskohlen verarbeitet[23]).

Unter den Nebenerzeugnissen hat das Benzol eine große Entwicklung genommen. Im Jahre 1900 wurden 12 000 t Benzol erzeugt, während 1926 138 000 t gewonnen wurden. Ähnlich hat die Bedeutung von Ammoniak zugenommen, dessen Gewinnung von 36 500 t 1900 auf 291 000 t 1926 anstieg, und von Teer, bei dem man von 77 000 t 1900 auf rd. 540 000 t 1926 kam. Die Schwelereien haben sich bisher noch nicht so günstig entwickelt; ihre Kokserzeugung beträgt 1760 t (1926). Anlagen für Kohlenverflüssigung[24]) sind im Bau. Das bei der Koksgewinnung entstehende Gas wird in Ferngasleitungen fortgeleitet, deren Ausbau dauernd Fortschritte macht[25]).

Die Magerkohle unter 10 mm wird unter Zusatz von rd. 7 vH Pech zu Briketts verarbeitet. Die Entwicklung zeigt Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3
Briketterzeugung im Ruhrgebiet.

	1900	1910	1926
Brikettpressen	97	232	204
Brikettherstellung . . . Mill. t	1,57	3,596	3,746

Unter den sonstigen, zum Bergbau gehörigen Anlagen nehmen die Ziegeleien die Hauptstellung ein. Hier wird u. a. der Tonschiefer, der beim Abbau der Kohle gewonnen wird, verarbeitet. 1900 waren auf rd. 40 Zechen Grubenziegeleien in Betrieb, die 180 Mill. Ziegelsteine herstellten, 1926 208 Ziegeleien, in denen rd. 140 Mill. Ziegelsteine hergestellt wurden.

Insgesamt sind nach der Statistik des Jahres 1926 im westfälischen Steinkohlenbergbau 150 381 Arbeitsmaschinen mit einem Gesamtkraftbedarf von 2 746 500 PS in Betrieb. Von der Gesamtförderung wurden 63,5 vH maschinell gewonnen. Der Anteil an der Gesamtförderung Deutschlands beträgt im niederrheinisch-westfälischen Bezirk 80 vH.

Eisen und Stahl

Erzeugung und Verarbeitung[26]).

Wissenschaftliche Vertiefung der Kenntnisse der Eisenhüttentechnik ist der grundlegende Fortschritt im deutschen Eisenhüttenwesen in den letzten Jahrzehnten. Alte hüttenmännische Verfahren hat man auf wissenschaftlicher Grundlage verbessert. Aus sorgfältig ge-

[20]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 441 und Bd. 64 (1928) S. 429.
[21]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1741 u. f.
[22]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 521.
[23]) Aus 1000 kg Kohle gewinnt man 750 kg Koks, 25 kg Teer 300 m³ Gas, 12 kg Ammoniak und 5 kg Benzol.
[24]) Hierüber wird in dieser Zeitschrift noch ausführlich berichtet.
[25]) Eine Abhandlung über den Stand der Ferngasfrage ist im Druck.
[26]) „Stahl und Eisen" Bd. 24 (1904) S. 490, Bd. 31 (1911) S. 1, Bd. 47 (1927) S. 1894, Bd. 48 (1928) S. 39. Über den Stand des Eisenhüttenwesens um das Jahr 1900 vergl. Z. Bd. 46 (1902) S. 1413 und Bd. 47 (1903) S. 261 u. f.

prüften Rohstoffen stellt man unter genauer Beobachtung des günstigen oder ungünstigen Einflusses verschiedenen Kohlenstoffgehaltes und sonstiger Zusätze sowie der Einflüsse von Temperatur und mechanischer Behandlung während der Verarbeitung einen Stahl her, der sehr hohen Anforderungen in bezug auf Gleichmäßigkeit der Güte und Sicherheit bei Verwendung in der Konstruktion genügt. Er wird in seinen hervorragenden Eigenschaften von wenigen Erzeugnissen andrer Länder erreicht, von keinem übertroffen.

Neben der Erfüllung höchster Güteeigenschaften sind aber ebenso wichtig die technischen Fortschritte gewesen, die auf dem Gebiete der Wärmeausnutzung, der Verwertung der Koks- und Hochofengase, der Massenbewältigung, des Ersatzes der menschlichen Handarbeit durch mechanische Hilfsmittel und der Verwendung der Elektrizität erreicht worden sind. Ohne die großen Fortschritte auf allen Gebieten der Eisenhüttentechnik hätte man nicht die riesigen Mengen verschiedenartiger Erzeugnisse herstellen können. Anderseits hätte man auch nicht die Gestehungskosten so niedrig halten können, daß wir erfolgreich im Wettbewerb mit den andern eisenerzeugenden Ländern bestehen[27]).

Hüttenbetriebe. Im niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk werden von der gesamten deutschen Roheisen-, Rohstahl- und Walzwerkserzeugung je rd. 80 vH gewonnen, Abb. 3 und Zahlentafel 4. Die tech-

Zahlentafel 4
Anteil der einzelnen Bezirke an der Gesamterzeugung von Roheisen und Rohstahl.

	Roheisen		Rohstahl	
	1913*) vH	1926 vH	1913*) vH	1926 vH
Rheinland-Westfalen	74,8	80,6	82,9	80,2
Siegerland, Lahn- und Dillbezirk	9,7	5,6	3,6	2,3
Westoberschlesien	3,5	2,4	3,4	3,6
Übriges Deutschland (ohne Saargebiet)	12,0	11,4	10,1	13,9

*) Jetziger Gebietsumfang ohne Saargebiet; vergl. „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 570.

nischen Fortschritte und Verbesserungen auf sämtlichen Gebieten des Eisenhüttenwesens vereinigt man jetzt in einer aus Hochöfen, Stahl- und Walzwerken bestehenden Hütte. Eine solche Anlage weist gegenüber den älteren oder Teilwerken viele Vorzüge auf. Sie umfaßt meist sechs und mehr Hochöfen, ein Stahlwerk von rd. 3000 t und mehr Tageserzeugung, die zugehörigen Walzwerke und ist mit Förder- und Hilfseinrichtungen zur möglichst vollkommenen Ausschaltung der Handarbeit ausgerüstet. In diesen neuzeitlichen Hüttenwerken werden im Dauerbetrieb aus dem Erz die Fertigerzeugnisse unter Verwendung der Hochofen- und Koksgase als Kraftquelle und unter Aufwendung geringster Kosten gewonnen.

Eisenerz und Kohle sind die beiden Rohstoffe, auf denen einst in Rheinland-Westfalen die Eisenindustrie begründet wurde. Die Eisenerzlager genügen jedoch schon seit langer Zeit den Anforderungen der Eisenindustrie nicht mehr. Fremde Erze, heute in der Hauptsache ausländische aus Schweden, Spanien und Frankreich, müssen den außerordentlich gesteigerten Bedarf decken; denn fast die gesamte Erzbasis ging uns durch den Krieg verloren. Nur noch etwa 10 vH des Gesamtbedarfs werden in Deutschland gefördert.

Die im Ruhrgebiet gewonnenen Kohlen eignen sich ausgezeichnet zur Verkokung. Da sich viele Hüttenwerke in den letzten Jahrzehnten Bergwerke angegliedert haben und somit die Kohlen selbst gewinnen, sind sie zu Hüttenzechen geworden. Der enge Zusammenhang zwischen Kohle und Eisen zeigt sich wie im Herstellungsprozeß des Eisens auch auf volkswirtschaftlichem Gebiet. Ein im großen kohlenförderndes Land darf auf eine günstige wirtschaftliche Ausnutzung der im Boden ruhenden Schätze hoffen, wenn seine Industrie und Landwirtschaft gedeiht. Eine bedeutende Kohlen- und Eisenindustrie wird die günstige Entwicklung eines Landes gewährleisten und, da sie bei der Beurteilung der wirtschaftlichen Lage eines Staates mit in erster Linie zu berücksichtigen ist, ein allgemein treffendes Bild des Volkswohlstandes geben können[28]).

Eisenerz und Koks sind die Stoffe, die in den Hochöfen der Eisenhüttenwerke verarbeitet werden. Während sich das Verfahren der Eisenerzeugung grundsätzlich nicht geändert hat, abgesehen von einigen Versuchen der unmittelbaren Eisenerzeugung, hat sich der Fortschritt der Ausgestaltung des Hochofens zugewandt. Er wird mit deutschen feuerfesten Stoffen hervoragender Güte ausgekleidet[29]). Der Hochofenschacht hat heute eine Höhe von über 30 m bei 6 bis 8 m Kohlensackdurchmesser. Sein Fassungsraum hat sich von 400 m³ nutzbarem Inhalt auf 600 und 800 m³ erhöht. Tagesleistungen von 1000 t und darüber sind heute keine Seltenheit mehr[30]). Einige neue Hochöfen solcher Leistung sind zur Zeit im Bau. Den im Ruhrgebiet in den einzelnen Städten zur Verfügung stehenden Fassungsraum der Hochöfen zeigt Abb. 4, den Vergleich der Leistungsfähigkeit Deutschlands und im besondern Rheinland-Westfalens Abb. 5.

Abb. 3
Entwicklung der Roheisen-, Rohstahl- und Walzwerkerzeugung in Deutschland und im Ruhrgebiet.

Diese Leistungen konnte man nur dadurch erreichen, daß man die Fördermittel für die Rohstoffe zweckmäßig ausbildete und die Handarbeit ausschaltete. Die Verbindung vom Erz- und Kokslager zum Gichtverschluß bilden Schrägaufzüge oder Begichtungsanlagen mit gleichzeitig

[27]) Vergl. a. „Technik und Wirtschaft" Bd. 7 (1914) S. 44.

[28]) „Glückauf" Bd. 46 (1910) S. 1477.
[29]) Z. Bd. 71 (1927) S. 173.
[30]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 39.

mehrere Hochöfen bedienenden Laufkatzen, denen die Kübel durch senkrechte Fördergerüste zugeführt werden[31]). Die Beschickungsstoffe bringt man auf möglichst gleiche Größe, bläst bei gleicher Hitze und entsprechender Windmenge und Winddruck. So vermeidet man Betriebstörungen der Hochöfen und erhält sie leistungsfähig; außerdem erschmilzt man möglichst nur eine Roheisensorte in einem Hochofen. Während man früher besonders die chemischen Vorgänge im Hochofen eingehend untersucht hat, erforscht man heute außerdem die mechanischen Vorgänge[32]). Die Versuche befassen sich u. a. mit dem Einfluß des Ofenprofils auf die Erzeugung und die Reduktionsverhältnisse, mit der Frage des weiten Gestells, der Überwachung und Regelung des Ofenganges[33]).

Die bei der Roheisenerzeugung gewonnenen Gichtgase und Schlacken werden wirtschaftlich weitestgehend ausgenutzt. Die Gichtgase, 4500 m³ entfallen auf 1 t Roheisen, werden aufgefangen, gekühlt und gereinigt. Soweit man sie nicht zur Winderhitzung und Dampferzeugung ausnutzt, dienen sie zum Betrieb von Gasmaschinen und decken so den Bedarf an Energie für alle dem Hüttenwerk angeschlossenen Betriebe. Aus der Schlacke gewinnt man Schlackenwolle für Isolierzwecke, granulierten Sand, Straßenbau-[34]) und Eisenbahnbettungsstoffe, Schlackensteine und Portlandzement.

Das Roheisen bildet neben Schrot den Rohstoff unsrer Stahlwerke und Eisengießereien. Die hierbei angewendeten Verarbeitungsverfahren haben in den letzten Jahrzehnten eine durchgreifende Wandlung erfahren. Das Schweiß- und Puddelverfahren und das Tiegelverfahren sind im wesentlichen verdrängt worden. Heute sind das Thomasverfahren und vor allem das Siemens-Martin-Verfahren mit seinen vielseitigen Möglichkeiten für Güteverarbeitung vorherrschend. In geringem Umfange wendet man das Elektroschmelzverfahren an; zur Zeit werden Versuche mit dem Hochfrequenzofen durchgeführt. Zahlentafel 5 zeigt die Anzahl der verwendeten Birnen, Siemens-Martin-Öfen, Puddelöfen, Elektroöfen und Tiegelöfen.

Der Fassungsraum der Birnen beträgt heute bis zu 40 t. Weitere Leistungssteigerung erreichte man durch Vermindern des mechanischen Auswurfes, Verbessern der Windeinführung und die damit zusammenhängende

[31]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1013 u. f.
[32]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1157.
[33]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 433.
[34]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 588.

Abb. 4
Der im Ruhrgebiet in den einzelnen Städten zur Verfügung stehende Fassungsraum der Hochöfen nach dem Stande vom Jahre 1923.

Abb. 5
Vergleich der Leistungsfähigkeit, bezogen auf einen Hochofen, zwischen Rheinland-Westfalen und Deutschland.

Abbranderspamis sowie in der Verbesserung der Futter. Siemens-Martin-Öfen sind heute bis zu 200 t Fassungsraum in kippbarer Anordnung in Betrieb. Abgesehen von den zahlreichen Verbesserungen an Regeneratoren,

Zahlentafel 5
Die in den Stahlwerken Deutschlands vorhandenen Birnen, Martinöfen, Puddelöfen, Elektroöfen und Tiegelöfen.

	1900		1911		1923*)	
	sauer	basisch	sauer	basisch	sauer	basisch
Birnen						
Rheinland-Westfalen	20	35	9	44	7	49
Deutschland	26	98	13	126	7	85
Fassung im einzelnen t	6 bis 8,5	5,5 bis 20	5 bis 8,5	10 bis 30	7,5 bis 8	10 bis 30
Siemens-Martinöfen						
Rheinland-Westfalen	40	164	62	260	22	338
Deutschland	70	236	93	393	24	542
Fassung im einzelnen t	bis 50	bis 50	bis 80	bis 80	5 bis 30	5 bis 120
Puddelöfen						
Rheinland-Westfalen	631		203		49	
Deutschland	1030		352		114	
	1913			1925**)		
Elektroöfen						
Rheinland-Westfalen	16			39		
Deutschland	27			51		
Tiegelöfen						
Rheinland-Westfalen	101			100		
Deutschland	116			105		

*) Angaben für die Jahre 1900 und 1911 nach „Stahl und Eisen" Bd. 32 (1912) S. 783, für das Jahr 1923 nach der Gemeinfaßlichen Darstellung des Eisenhüttenwesens 12. Aufl.
**) Vergl. Statistische Mitteilungen der nordwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller Heft 2, Roheisen und Rohstahl. Ausgabe 1927.

Ofenkopf und Herdraum hat man mit Erfolg den wärmetechnischen Teil des Ofenbetriebes untersucht. Hier hat man die Grundlage für die sichere Erkenntnis der Wärmeübergangs- und Wärmespeicherungsvorgänge beim Siemens-Martin-Ofen geschaffen und angefangen, die metallurgische Seite des Ofenbetriebes zu erforschen[35]). Besonders die vermahlene Thomasschlacke, aber auch die Martinschlacke werden als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet. Die Martinschlacke braucht man noch als Zusatz für die Hochofenbeschickung.

Mit dem Übergang vom Schweißstahl zum Flußstahl im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts, den man in beliebig großen Blöcken gießen kann, hat sich die Leistung unsrer Walzwerke bedeutend erhöht. Man bevorzugt heute stärkere Bauarten mit höheren Walzgeschwindigkeiten und wendet zahlreiche mechanische Hilfseinrichtungen verschiedener Bauart an, mit denen gesundheitliche Verbesserungen für die Arbeiter verbunden sind. Zahlreich sind die Verbesserungen an den Block-[36]), Profil-, Blech-[37]) und Drahtwalzwerken. Aber auch an der Vervollkommnung der Hämmer und Pressen, von denen die größten im Ruhrgebiet zu finden sind, wird erfolgreich weitergearbeitet.

Auch die Eisengießereien, die neben Roheisen Schrot verarbeiten, sind leistungsfähiger geworden. Während 1907 in Deutschland 2163 Betriebe 2 300 000 t Gußwaren herstellten, wurden 1925 in 1655 Betrieben 2 779 848 t Gußwaren gewonnen. Der Kuppelofen hat mancherlei Verbesserungen erfahren. Neue Bauarten sind hier in großer Zahl geschaffen worden, jedoch vermochten sich bisher nur wenige mit Erfolg durchzusetzen. Allen gemeinsam ist das Bestreben, bei verringerter Kokssatzmenge ein Gußeisen höherer Güte zu erzeugen. Die Behandlung des Gußeisens im Elektroofen verspricht nach den bisherigen Betriebserfahrungen viel Erfolg. Durch weitestgehende Vervollkommnung und Verwendung der Formmaschine, durch Einführung mechanischer Aufbereitverfahren für den Formsand und durch Anwendung der Fließarbeit hat man die Leistungsfähigkeit der Gießereien gesteigert.

Wissenschaftliche Erkenntnis und praktische Einsicht haben dazu beigetragen, daß man die Wärme- und Kraftwirtschaft und den Arbeitsaufwand wirtschaftlicher gestaltet hat. Während man 1900 für 1 t Rohstahl etwa 15 Mill. kcal Wärme aufwenden mußte, rechnet man heute nur noch mit 6 Mill. kcal. Um 1900 verbrauchte man neben Hochofenkoks auch Kessel-, Generator- und Ofenkohle. Nach Verbesserung der Gaskraftmaschine und mit der Verwendung des Hochofengases für die wirtschaftliche Stromerzeugung ist man heute dahin gekommen, überhaupt ohne Kohle auszukommen, d. h. man kann, wenn Kohle außer im Hochofenkoks verwendet wird, soviel Kraft an andere Betriebe abgeben, wie der Kessel-, Generator- und Ofenkohle entspricht. Ein Hüttenwerk kann also außer der dem Hochofen zugeführten Wärmemenge für seine Weiterverarbeitung ohne weitere Wärmezufuhr auskommen[38]).

Forschung

Bedeutsam und umfangreich sind die Leistungen für die Verbesserung der Güte der deutschen Eisen- und Stahllegierungen gewesen. Wertvolle grundlegende Arbeiten sind hier von den Technischen Hochschulen, den großen Forschungsinstituten der Eisenhüttenwerke, dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, und in den verständnisvollen wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeiten der Fachausschüsse des Vereines deutscher Eisenhüttenleute geleistet worden. Die rd. 750 Einzelberichte der Fachausschüsse sind ein beredtes Zeugnis hierfür.

Eine vollkommene eindringliche Übersicht über das bisher auf diesem Gebiet Erreichte zeigte die Gruppe Eisen und Stahl der Werkstofftagung, die im Jahr 1927 in Berlin stattfand. Erhielt man doch hier einen umfassenden Überblick über die Prüfung und Verwendungsmöglichkeiten der Werkstoffe. Gezeigt wurde, was deutsches Eisen und deutscher Stahl heute ist und welchen Ansprüchen sie genügen. Unmittelbar durch praktischen Versuch konnte man sich davon überzeugen, wie der für bestimmte Zwecke verwendete Werkstoff hinsichtlich der an ihn gestellten Anforderungen geprüft werden kann, außerdem bekam man eine Übersicht über die Mannigfaltigkeit der zur Verfügung stehenden Eisen- und Stahlsorten, ihre Anwendungsgebiete, Auswahl, richtige und falsche Behandlung usw. Nur planmäßiger Gemeinschaftsarbeit ist dieser Erfolg zuzuschreiben[39]).

Die Güteverbesserung mögen folgende Zahlen kennzeichnen. Früher war im Brückenbau eine Höchstbelastung von 750 kg/cm² vorgeschrieben, heute sind 1400 kg/cm² erlaubt, für Siliziumstähle sogar 2000 kg/cm². Bis vor wenigen Jahren rechnete man im Maschinenbau mit Belastungszahlen von 300 kg/cm² für schwingend beanspruchte und mit den verschiedenen Zwischenstufen bis zu 900 kg/cm² für ruhende Konstruktionen. Heute dagegen sind Beanspruchungen von 1000 bis 4500 kg/cm² selbst bei Maschinenteilen, die einen hohen Sicherheitsgrad haben müssen, als normale Beanspruchung anzusehen. Leichtmotorenbau wäre ohne die Güteverbesserungen nicht möglich. Erst nach Einführung silizierter Bleche war es der Elektrotechnik möglich, die heutigen Wirkungsgrade in Dynamomaschinen und Spannungswandlern zu erreichen.

Auch der Dampfkesselbau hat aus der Gütesteigerung Nutzen gezogen; konnte doch der Druck bis über 220 at bei Überhitzungstemperaturen von 500° und mehr gesteigert werden. Im säurebeständigen Stahl hat die chemische Großindustrie einen wertvollen Werkstoff erhalten. Bei der Eisenbahn, dem größten Eisenverbraucher, genügt der Oberbau bezüglich seiner Lebensdauer den Anforderungen trotz gesteigerter Belastungen. Die Radreifenbrüche verminderten sich infolge der Gütesteigerung des Werkstoffes von 500 im Jahre 1906 auf 40 im Jahre 1926. Bei den Werkzeugstählen hat man gegenüber den Kohlenstoffstählen die Leistung auf das Drei- bis Zehnfache gesteigert[40]). Hieraus ersieht man, daß die eisen- und stahlerzeugende Industrie in Gemeinschaftsarbeit mit den Verbrauchern dauernd bemüht ist, den hohen Anforderungen, die an die von ihnen erzeugten Werkstoffe gestellt werden, zu genügen. Am eindringlichsten hat auch dies die Werkstofftagung gezeigt.

Zink, Kupfer, Zinn

Gegenüber der Eisenindustrie ist im Ruhrgebiet die Metallhüttenindustrie immer nur bescheiden gewesen. Mit Ausnahme des Zinks und des Aluminiums bedarf man bei der Erzeugung der Nichteisenmetalle nicht im gleichen Maße der Kohle wie bei der Erzeugung von Eisen und Stahl. Während die Aluminium erzeugenden Werke hauptsächlich in der Nähe von Wasserkraftwerken oder in Braunkohlengegenden liegen, findet man im Ruhrgebiet Zink-, Kupfer- und Zinnhüttenwerke, Zahlentafel 6. Die zur Verarbeitung gelangenden Erze werden nicht im Ruhrgebiet gefördert, sondern müssen mit Eisenbahn oder Schiff aus andern Gebieten Deutschlands oder dem Auslande herangebracht werden. Für das Jahr 1926 betrug

Zahlentafel 6
Erzeugung der Hüttenwerke.

	1925		1926		1927	
	Deutschland 1000 t	Ruhrgebiet 1000 t	Deutschland 1000 t	Ruhrgebiet 1000 t	Deutschland 1000 t	Ruhrgebiet 1000 t
Zink	58,6	23	68,3	29	84	35
Kupfer ...	39,1	11	46,2	12	55	12
Zinn......	1,0	nicht ermittelt	2,2	rd. 1,2	5	2,7

[35]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1631 u. f.
[36]) Z. Bd. 72 (1928) S. 197 u. f.
[37]) Z. Bd. 72 (1928) S. 725.
[38]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1894, Bd. 48 (1928) S. 39.
[39]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1707 und „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1743.
[40]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1894.

der Wert der im Ruhrgebiet erzeugten drei Metalle rd. 35 vH der gesamten deutschen Erzeugung[41]).

In den Metallhüttenwerken werden unter Anwendung wirtschaftlicher Arbeitsverfahren, die in den letzten beiden Jahrzehnten manche Verbesserung erfahren haben, hochwertige Werkstoffe erzeugt. Die Gruppe Nichteisenmetalle der Werkstofftagung zeigte hier eindringlich der breiten Öffentlichkeit, was Industrie und Wissenschaft in Gemeinschaftsarbeit geleistet haben. Durch Untersuchung auf Prüfmaschinen und am Werkstoff selbst konnte man sich von dem hohen Stande dieses Zweiges der Technik überzeugen.

Elektrizitätswirtschaft

Abb. 6
Von den Elektrizitätswerken im niederrheinisch-westfälischen Industriegebiet im Jahre 1926 abgegebene elektrische Arbeit in 1000 kWh.

Unter den Wirtschaftsgebieten des rheinisch-westfälischen Industriebezirks ist die Elektrizitätswirtschaft, der ganzen Entwicklung der Elektrotechnik entsprechend, das jüngste. Sie hat sich aber in wenigen Jahrzehnten außerordentlich entwickelt und spielt heute eine bedeutende Rolle in der deutschen Elektrizitätsversorgung[42]).

Die Schnelligkeit dieser Entwicklung kann man am besten an einem Rückblick erkennen: Noch vor 43 Jahren, im Jahre 1885, wurde der Stadt Altenessen eine Anleihe für die Beleuchtung eines Straßenzuges von der Regierung nicht genehmigt, mit dem Bemerken, daß „. . . wenn der Anschluß an eine der bestehenden benachbarten Gasleitungen nicht zweckmäßig oder ausführbar sein sollte, die Einrichtung von Petroleumbeleuchtung bei einem zweifellos geringen Kostenaufwande nicht nur auch dem Bedürfnisse genügen, sondern sogar vorzuziehen sein wird. . .". Erst im Jahre 1888 gelang es der Gemeinde, mit Hilfe der Maschinenanlage des Kölner Bergwerksvereins die Beleuchtungsanlage auszuführen.

Als erste Stadt des Industriegebietes baute Elberfeld im Jahre 1887 ein eigenes Elektrizitätswerk mit vier Dampfmaschinen von je 100 kW, das 1900, wie erwähnt, als erstes deutsches Werk eine Turbodynamo erhielt, und zwar eine Parsonsturbine von 1000 kW[43]). 1888 folgten Barmen und sodann Düsseldorf und die andern Städte. In Dortmund begann man schon 1897, sich die Vorzüge der Drehstromübertragung zunutze zu machen; denn man versorgte die innere Stadt mit Gleichstrom von 2 × 110 V, die Außenstadt mit Drehstrom, der mit 2600 V übertragen und mit 120 V verteilt wurde. Erst im Jahre 1898 folgte Altenessen mit einem eigenen Kraftwerk; in der Stadt Essen wurde erst 1900 ein Elektrizitätswerk auf der Steinkohlenzeche Victoria-Mathias erbaut.

Die günstigen Erfahrungen mit der Drehstrom-Fernübertragung, die man im Jahre 1891 zwischen Lauffen und Frankfurt a. M. gemacht hatte, ließen den Gedanken reifen, die Elektrizitätswerke unmittelbar an den Fundstellen der Kohle zu errichten. Zu diesem Zwecke gründete man um die Jahrhundertwende das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk (RWE), A.-G., Essen, das sich außerordentlich schnell entwickelte und am Ende des Jahres 1926 in eigenen Werken eine Maschinenleistung von 479 000 kW aufwies, von denen rd. 300 000 kW aus Braunkohle gewonnen wurden. Sein während des Weltkrieges im Braunkohlengebiet gebautes Goldenberg-Werk erhielt die leistungsfähigsten, mit einer Welle arbeitenden Turbodynamos der Welt, und zwar für 60 000 kVA[44]). Zu der eigenen Leistung des RWE kommt noch gekaufte Überschußenergie von Zechen, Hüttenwerken usw.

Die Stromabgabe betrug 1926, wie Abb. 6 zeigt, über 1,2 Milliarden kWh. Zur Spitzendeckung errichtet das RWE zur Zeit einen Hochdruck-Wasserspeicher bei Hengstey in Anlehnung an ein großes Speicherbecken, das der Ruhrverband zur Reinigung des Wassers von Lenne und Ruhr benutzen will. Bei rd. 160 m Gefäll und 1,5 Mill. m³ Inhalt des Oberbeckens wird dies Speicherkraftwerk im Tag mehr als 500 000 kWh abgeben, bei einer Spitzenleistung von 140 000 kW. Für ähnliche Werke an der Mosel und im Ourtal liegen Entwürfe vor. Bemerkenswert ist auch die vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk gebaute 220 kV-Leitung, die die Kraftwerke im Industriegebiet mit den Wasserkraftwerken Süddeutschlands und der Alpen verbindet. Auch der in den Werken des Saargebietes erzeugte, dort nicht verwendete Strom soll durch eine zur Zeit im Bau befindliche Höchstspannungsleitung dem rd. 2000 km langen Hochspannungsnetz des RWE zugeführt werden.

Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen, A.-G. (VEW) in Dortmund sind entstanden aus dem Zusammenschluß des Kommunalen Elektrizitätswerkes Westfalen in Bochum, des Städtischen Elektrizitätswerkes Dortmund und des Verbands-Elektrizitätswerkes in Kruckel. Bei der Gründung des Kommunalen Elektrizitätswerkes Westfalen hatte man beabsichtigt, nur die Überschußenergie der Zechen und Hüttenwerke zu sammeln und zu verteilen. Das stellte sich aber bald als undurchführbar heraus, so daß man dazu überging, eigene Kohlenfelder zu kaufen und eigene Kraftwerke zu errichten. Ende des Jahres 1926 verfügten die Vereinigten Elektriziätswerke über eine eigene Maschinenleistung von 165 900 kW, die sich fast ausschließlich auf Steinkohle stützte; die Leistung des dem Ruhrtalsperrenverein gehörenden Wasserkraftwerkes an der Möhnetalsperre ist hierin enthalten. Die Stromabgabe der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen betrug im Jahre 1926 mehr als ¼ Mill. kWh.

Abb. 7
Elektrizitätswerke und Hochspannungsleitungen im rheinisch-westfälischen Industriegebiet.

Im Gegensatz zu diesen Werken ist das Rheinische Elektrizitätswerk im Braunkohlengebiet, A.-G., wie schon der Name sagt, ganz auf die Stromerzeugung aus Braunkohle eingestellt. Es verfügte im Jahre 1926 in seinen

[41]) Vergl. M. G. Freise, Die Entwicklung der heimischen Metallhüttenindustrie, aus „Das Wirtschaftsjahr 1927. Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer des Ruhrbezirks zu Bochum, Dortmund, Duisburg-Ruhrort, Essen, Krefeld und Münster."
[42]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1037.
[43]) Z. Bd. 44 (1900) S. 829 u. f.
[44]) Z. Bd. 62 (1918) S. 335.

beiden Werken, Fortuna I und II, über eine Maschinenleistung von 120 000 kW und lieferte rd. 212 000 kWh, vor allem an die Stadt Köln und an den Kreis Bergheim.

Zu erwähnen ist auch noch das Kommunale Elektrizitätswerk Mark, A.-G., dessen Kraftwerke zu Anfang des Jahres 1928 rd. 136 000 kW leisteten und im Jahre 1927 rd. 190 Mill. kWh abgegeben haben. Gegenüber der Stromabgabe im Jahre 1926 bedeutete das eine bemerkenswert hohe Steigerung um rd. 35 vH.

Außer den genannten Werken befinden sich im rheinisch-westfälischen Industriegebiet noch eine große Anzahl weiterer Elektrizitätswerke, die kleinere Versorgungsgebiete umfassen oder niedrigere Leistungen haben; ihre Aufzählung würde hier zu weit führen, da dann auch noch die Kraftwerke der Industrie mit aufzuzählen wären, die z. T. über sehr beträchtliche Leistungen verfügen.

Den Kraftwerken des Industriegebietes, die in der Nähe der Kohlenfundstätten stehen, kommt dadurch eine besondere wirtschaftliche Bedeutung zu, daß sie im allgemeinen Kohlen verfeuern, deren Beförderung auf weitere Strecken nicht recht lohnend wäre. Sogar der kohlenstaubhaltige Schlamm der Emscher wird auf Grund eines Abkommens mit der Emscher-Genossenschaft in den mit Kohlenstaubfeuerung ausgerüsteten Kesselanlagen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes verbrannt.

Der Umfang und die Bedeutung der Elektrizitätswirtschaft im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, dessen Kraftwerke und Hochspannungsleitungen aus Abb. 7 ersichtlich sind, geht daraus deutlich hervor, daß rd. ein Drittel des gesamten deutschen Elektrizitätsverbrauches auf dieses Gebiet entfällt.

Wasserversorgung und Entwässerung [45])

Außer der Gesundheit und Bequemlichkeit der Einwohner hängt im Industriegebiet von der Wasserversorgung und Entwässerung auch die Möglichkeit ab, die Haupterwerbzweige zu erhalten und vorwärts zu bringen. Deshalb ist auch die Sorge um das Wasser hier nie leicht gewesen. Die Aufgabe hat sich in den letzten 25 bis 30 Jahren oft scharf zugespitzt. Die Männer, die sie gemeistert haben, Ingenieure und Chemiker, Verwaltungsbeamte und Hygieniker, haben sich, vielfach wenig beachtet von der Öffentlichkeit, außerordentliche Verdienste um Bestehen und Zukunft der rheinisch-westfälischen Industrie erworben.

Wasserversorgung

Mit wenigen Zahlen kann man schlaglichtartig die Entwicklung * im Wassermengenverbrauch beleuchten. Stellt man die Förderung der drei größten Wasserwerke des Industriegebietes und die der Werke im Gebiet von Berlin und Hamburg einander gegenüber, so erhält man die in Zahlentafel 7 verzeichneten Angaben.

Der Wasserbedarf des Industriegebiets war 1901 also etwa halb so groß wie derjenige von Berlin, Hamburg und Altona und ist heute etwa ebensogroß wie derjenige dieser Städte. Auf der andern Seite sind die Einwohnerzahlen von Berlin, Hamburg und Altona mehr als doppelt so groß wie die im Versorgungsgebiet der drei Großwasserwerke des Industriebezirks. Die gewaltige Höhe des Verbrauchs ist hier durch den Mehrbedarf der Industrie hervorgerufen; diese entnimmt ihr Wasser eben nicht nur

Zahlentafel 7

Jahresförderung der Wasserwerke im Industriegebiet, im Gebiet von Berlin und Hamburg

	1901 Mill. m³	1925 Mill. m³
Wasserwerk für das nördlich-westfälische Industriegebiet in Gelsenkirchen	32,5	110,7
Rheinisch-Westfälisches Wasserwerk in Mülheim	14,1	48,0
Dortmunder Wasserwerks G. m. b. H.	20,9	43,5
	67,5	202,2
Berliner Städtische Werke	57,2	110,3
Charlottenburger Wasserwerke A.-G.	15,2	28,1
Hamburger Wasserwerke	49,9	56,2
Altonaer Wasserwerke	7,9	10,4
	130,2	205,0

eigenen Wasserwerken, sondern bezieht es zum großen Teil aus dem Rohrnetz für die allgemeine Versorgung. Der Wasserbedarf der Industrie im Ruhrbezirk wird auf das neunfache des Haushaltbedarfs geschätzt.

Abb. 8
Die Wasserversorgung aus der Ruhr.

1. Wasserwerk für das nördlich-westfälische Kohlenrevier in Gelsenkirchen 2. Rheinisch-westfälische Wasserwerks-Ges., Mülheim-Ruhr 3. Dortmunder Wasserwerks-G. m. b. H. 4. Städtisches Wasserwerk Essen 5. Städtisches Wasserwerk Bochum 6. Verbandswasserwerk Bochum 7. Städtisches Wasserwerk Witten 8. Städtisches Wasserwerk Hagen i. W. 9. Städtisches Wasserwerk Hamm.

Die Ruhr als Träger der Wasserversorgung. Zum Glück für das Industriegebiet bietet der wichtigste Fluß, die Ruhr, für die Wasserentnahme günstige Verhältnisse. Er ist daher der Trinkwasserfluß des Industriegebiets geworden, an dem sich Wasserwerk an Wasserwerk reiht, Abb. 8. Die Ruhrufer bergen unter einer Lehmschicht eine durchlässige 4 bis 9 m tiefe Kiesschicht und darunter eine undurchlässige Schicht. Als Anfang der sechziger Jahre des 19. Jahrhunderts die ersten zentralen Wasserversorgungen entstanden, legten sie ihre Gewinnungsanlagen an die Ruhrufer, deren Lauf dem Hauptteil des Industriegebiets gleichläuft. In der erwähnten Kiesschicht bewegt sich langsam und parallel zum Fluß ein breiter Grundwasserstrom, der Wasser von mäßiger Härte, also sehr geeignet zu häuslichen und industriellen Zwecken, führt. Dieser Grundwasserstrom steht mit dem Flußwasser in Verbindung. Man gewinnt aus ihm also eine Art natürlich filtrierten Flußwassers, das der Hygieniker Professor Gärtner in Jena „Flußgrundwasser“ benannt hat. Dieses Wasser wurde teils durch Brunnen, teils durch wagerechte Sickerrohrleitungen gefaßt.

[45]) Benutzte Quellen:
Gelpke, Die Turbinen und Pumpen des Wasserwerkes der Stadt Bochum bei Blankenstein a. d. Ruhr, Z. Bd. 55 (1911) S. 759.
Kurgaß, Der Emscherbrunnen, Z. Bd. 52 (1908) S. 1713.
Das Pumpwerk der alten Emscher, Z. Bd. 57 (1913) S. 674.
Das Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier zu Gelsenkirchen, Z. Bd. 63 (1919) S. 1072.
Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Statistik der deutschen Wasserwerke, Zusammenstellung der Betriebsergebnisse von Wasserwerken. München 1902 bis 1927.
Gärtner, Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, München und Berlin 1927.
E. Link, Die Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriegebiets (Denkschrift). Essen 1922.
25 Jahre Emschergenossenschaft, Essen 1925.
Helbing, Wasser und Abwasser im Lippegebiet (Denkschrift), Essen 1922.
Helbing, Die Abwasserwirtschaft des Ruhrkohlenbezirks, Vortrag 1927.
K. Imhoff, Der Ruhrverband. Essen 1926.

Während anfangs die Gewinnungsanlagen dicht an der Ruhr lagen, ging man allmählich weiter vom Ufer ab, heute mindestens 50 m. Dem steigenden Bedarf konnte man dadurch folgen, daß man die Brunnen und die Fassungen vermehrte. Mit der Entnahme des Grundwassers längs der Ruhr büßte diese einen Teil ihrer natürlichen Zuflüsse ein, und auch von den sichtbaren Wasservorräten des Flusses entschwand ein Teil, indem er durch die Uferwände hindurch in die Brunnen gesogen wurde. In den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts konnte daher die Ruhr zu Niedrigwasserzeiten nicht mehr genügend Wasser liefern. Man mußte die Wassermengen vergrößern, insbesondere, weil ja das Wasser der Ruhr nicht nur der Wasserversorgung dient, sondern im Oberlauf auch Triebwerke speist.

Bereits im Jahre 1893 hatte Professor I n t z e auf die Anlage von Talsperren im oberen Ruhrgebiet als Aushilfsmittel gegen kommende starke Inanspruchnahme hingewiesen. 1898 entstand der Ruhrtalsperrenverein, ein freiwilliger Zusammenschluß von Wasserwerk- und Triebwerkbesitzern. Das Wasser der Ruhr sollte durch Zuschuß aus den Talsperren so vermehrt werden, daß es im oberen Tal die Betriebe mit Wasserkraft versorgen, im Unterlauf den Grundwasservorrat verbessern und damit den ungehemmten Betrieb der Wasserwerke gewährleisten konnte. Zunächst unterstützte der Verein nur den Bau von Talsperren mittelbar, später hat er selbst Talsperren gebaut. Von 1901 bis 1904 sind sechs neue Talsperren entstanden, bis 1912 weitere sechs. Die größte Speicheranlage ist die vom Talsperrenverein errichtete Möhnetalsperre bei Soest mit 134 Mill. m³ Stauraum, von 1908 bis 1913 mit rd. 25 Mill. ℳ Kosten geschaffen[46]).

Aus den Ruhrtalsperren konnten dem Niedrigwasser in trockner Zeit bis zu 7 m³/s zugesetzt werden, nur so war es möglich, daß das Ruhrgebiet einigermaßen leidlich über Trockenjahre wie 1911 und 1921 hinwegkam. Gegenwärtig hat der Ruhrtalsperrenverein eine neue Talsperre an der Sorpe, östlich der Möhnetalsperre, mit 81 Mill. m³ Stauraum im Bau.

D i e t e c h n i s c h e n E i n r i c h t u n g e n d e r R u h r w a s s e r w e r k e. Die gesamte Entnahme sämtlicher Ruhrwasserwerke soll im Jahre 1925 rd. 520 Mill. m³ betragen haben. Dem steigenden Verbrauch genügten die im Wasserwerkbau üblichen Anlagen, das Wasser zu fassen, nicht mehr, auch wenn der Fluß infolge der Talsperrenwirtschaft selbst genügend Wasser führte. Die Uferlänge, die jedem Werk längs der Ruhr zur Verfügung stand, um Brunnen- und Rohrleitungen aufzunehmen, reichte nicht mehr aus. Man mußte die Uferlängen künstlich vergrößern. Zunächst wurden offene Gräben angelegt, die gewissermaßen Nebenarme der Ruhr bilden. Von 1902 ab hat das Wasserwerk für das nördlich-westfälische Kohlenrevier in Gelsenkirchen Anreicherungs- oder Filterbecken angelegt, lange schmale Becken mit gepflasterten Böschungen und rd. 20 m Breite an der Sohle, die 50 cm hoch mit Rheinsand bedeckt ist. Das Ruhrwasser wird in die Becken geleitet, versickert durch die Filterschicht langsam in den Boden und gelangt nach längerer Fließzeit in die Brunnen oder Sickerrohrgänge. Auf diese Weise konnte man auf 1 km Uferlänge anstatt früher 15 000 jetzt 70 000 bis 80 000 m³ entnehmen. Gelegentlich konnte man auch durch Anlage von Stauwehren, z. B. bei Mülheim, den Wasservorrat verbessern.

Anderseits waren Maßnahmen zu treffen, um auch die Güte des Wassers zu gewährleisten. Die steigende Verschmutzung der Ruhr, die zunehmende Schnelligkeit, mit der das Wasser durch die natürlichen und die künstlichen Filter dringen mußte, waren seiner Beschaffenheit abträglich. Die Ruhrwasserwerke haben deshalb in Deutschland zuerst das Chlorreinigungsverfahren ausgebaut, früher durch Zusatz von Chlorkalk, neuerdings von Chlorgas nach dem amerikanischen Verfahren. Obwohl das Verfahren sehr sorgfältig durchgearbeitet ist, kommt es zuweilen vor, daß der Geschmack des Wassers beeinträchtigt wird, ein Umstand, der dem Gehalt des Ruhrwassers an Phinol zuzuschreiben ist, also einem Stoff, der gelegentlich mit Abwässern in die Ruhr dringt.

[46]) Z. Bd. 55 (1911) S. 1169.

D i e d r e i G r o ß w a s s e r w e r k e d e s R u h r g e b i e t s, vergl. Abb. 8, gehören in die erste Reihe der deutschen und der europäischen Werke dieser Art. Das Wasserwerk für das nördlich-westfälische Kohlenrevier in Gelsenkirchen ist das größte Wasserwerk Deutschlands. Um 1900 versorgte es schon etwa 100 Gemeinden und 80 Zechen, zur Zeit etwa 150 Gemeinden mit rd. 1¼ Mill. Einwohnern, 120 Zechen und 80 Großindustriebetriebe. Drei Viertel seines Wassers entnimmt es aus der Ruhr, das letzte Viertel erhält es aus einem Werk an der Stever, einem Nebenbach des Lippeflusses. Hier wird es noch im Jahre 1928 eine große Talsperre fertigstellen, die den Grundwasservorrat und den sichtbaren Abfluß für die Wasserversorgung heranzieht. Sechs große Pumpwerke fördern das Wasser, fünf davon mit Dampfpumpen, teils Kolbenpumpen, teils von Turbinen getriebenen Kreiselpumpen. Eines, das Fröndenbergwerk, arbeitet mit Wasserkraft. Seine Brunnen und Sickerrohrfassungen nehmen 13 km Ruhrufer in Anspruch. Die erwähnten Filterbecken zur Anreicherung des Grundwassers sind fast ⅓ km² groß. Durch ein gewaltiges Rohrnetz, das um 1900 etwa 500 km umfaßte, 1925 1843 km — eine Entfernung etwa von Königsberg i. Pr. bis Marseille —, liefert es sein Wasser den Abnehmern. Vielfach sind seine Einrichtungen vorbildlich geworden. Besitzer ist eine Aktiengesellschaft, an der der Bergbau stark beteiligt ist.

Das zweitgrößte Werk im Industriegebiet ist das der rheinisch-westfälischen Wasserwerks-G. m. b. H. in Mülheim-Styrum. An ihm sind Industriefirmen sowie die Städte Mülheim und Oberhausen beteiligt. In einem seiner Dampfpumpwerke arbeitet eine Kolbenpumpe von 3000 PS Leistung mit ungemein großen Abmessungen. Das Rohrnetz von 950 km versorgt 600 000 Menschen. Für die Zukunft hat es sich 6 km Rheinuferstrecke gesichert; damit könnte es jährlich 120 Mill. m³ fördern, d. h. mehr als die Berliner städtischen Wasserwerke. Das drittgrößte Werk, der Stadt Dortmund und dem Landkreis Hörde gehörig, hat drei große Hebewerke mit Dampfbetrieb, die z. T. jetzt auf Dieselmaschinenbetrieb umgestellt werden, sowie ein Wasserkraftpumpwerk und versorgt 500 000 Einwohner aus einem 800 km langen Rohrnetz.

D i e Z u k u n f t d e r W a s s e r v e r s o r g u n g. Man fragt sich, was werden wird, wenn der Wasserbedarf in den folgenden 25 Jahren ebenso stark steigen sollte wie im letzten Vierteljahrhundert. Unzweifelhaft wird die Talsperrenwirtschaft noch sorgfältiger und reicher als bisher ausgedehnt werden müssen. Auf der andern Seite richten sich die Blicke auf den gewaltigsten Wasserträger Deutschlands, auf den Rhein. Bisher hat man es noch immer abgelehnt, die Grundwasserströme des Rheines heranzuziehen, weil die Entfernung des Rheins vom Industriegebiet eine wirtschaftliche Lösung der Wasserzufuhr kaum gestattet. Man glaubte die Möglichkeit, den Rhein für die Wasserversorgung des Industriegebiets nutzbar zu machen, erst dann zu sehen, wenn die Wasserwerke im Industriegebiet zu einer Zweckgemeinschaft zusammengeschlossen sind. Zweifel, daß die Ingenieurkunst die Wasserversorgung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet meistern wird, brauchen uns nicht zu beschweren, wenn wir uns erinnern, was auf diesem Gebiet bisher und besonders im letzten Vierteljahrhundert geleistet worden ist.

Die Entwässerung

Planmäßige Arbeiten für die Entwässerung großer Siedlungsgebiete müssen denen für die Wasserversorgung folgen. Auch im rheinisch-westfälischen Industriegebiet war die Wasserversorgung bereits weit vorgeschritten, als die Anforderungen an die Wasserbeseitigung immer verwickelter wurden. Die Großstädte des Industriegebiets besaßen Kanalisationen bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Der Verbleib ihres Abwassers aber und der des Abwassers aus den benachbarten Gebietsteilen war nicht einheitlich und nicht geregelt. Darunter litten insbesondere die Wupper und die Emscher.

E m s c h e r u n d E m s c h e r g e n o s s e n s c h a f t. Das Emschergebiet ist von Natur Sumpfgebiet. Die ungünstigen Wasserverhältnisse wurden dadurch verschlimmert, daß die Senkungen infolge des Bergbaues Tümpel und Lachen entstehen ließen. Einzelne Versuche, derartige

Abb. 9
Das Eisenbahnnetz im Ruhrgebiet.

Seenbildungen durch Auspumpen zu beseitigen, blieben ohne nachhaltigen Erfolg. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts waren die Zustände im Emschergebiet geradezu unerträglich geworden. Jede Gemeinde, jeder Betrieb suchte sein Schmutzwasser abzustoßen, ohne sich darum zu kümmern, ob er damit den unterhalb wohnenden Nachbarn unerhört belästigte. 1900 wurde ein Ausschuß gebildet, der die Vorarbeiten für eine „Emschergenossenschaft" übernahm. Mitte 1904 wurde ein preußisches Landesgesetz, das Emschergenossenschafts-Gesetz, erlassen „zu dem Zwecke der Regelung der Vorflut nach einem einheitlichen Projekt und der Abwasserreinigung im Emschergebiet sowie der Unterhaltung und des Betriebes der ausgeführten Anlagen".

Die Emschergenossenschaft ist eine Zwangsgenossenschaft. Mitglieder sind alle Stadt- und Landkreise, die ganz oder teilweise nach der Emscher und den Nebenbächen entwässern. Die entstehenden Lasten müssen die Gemeinden und Bergwerke, die Industrie und die Eisenbahn aufbringen. Aufgabe der Genossenschaft ist es, die Emscher nach Beseitigung aller Stau- und Wassermühlen zu regeln, den Lauf zu begradigen, den Wasserspiegel tiefer zu legen, die Emschermündung in den Rhein zweckentsprechend auszugestalten, die Querschnitte des Flusses und der einmündenden Bäche und der Abwässerkanäle auszubilden, alle Wässer, die der Emscher zugeführt werden, zu klären, überhaupt eigene Kläranlagen zu bauen, zu betreiben und sämtliche erforderlichen Bauten sorgfältig und zweckmäßig zu unterhalten. Außer den Verwaltungsbeamten, besonders Landrat Gerstein, haben sich als Techniker um die Genossenschaft sehr verdient gemacht: Dr.-Ing. Imhoff, der erste Baudirektor der Emschergenossenschaft Middeldorf und nach dessen Tode der jetzige Baudirektor Dr. Helbing.

In 25jähriger Arbeit hat die Emschergenossenschaft geradezu Vorbildliches geschaffen. An Stelle des gewundenen Laufes von 107 km Länge ist ein begradigter Flußlauf von 72 km Länge getreten. Aus den 20 zur Emscher gehörenden Bachläufen sind 150 km offene und 140 km geschlossene Kanäle für die Bachwässer und die in sie hineingelangenden Abwässer geworden. 26 Kläranlagen mit 170 sogenannten Emscherbrunnen reinigen die häuslichen Abwässer von 2,3 Mill. Menschen. 200 Zechenkläranlagen entschlammen und reinigen die Zechenwässer, so daß z. B. ein Bergwerk jährlich 100 000 t Kohlenteilchen aus dem Kohlenwaschwasser wiedergewinnt, die man jetzt nutzen kann, während sie früher nutzlos verschwanden. Die Gasreinigungswässer der Hochöfen und der Ammoniakfabriken erhielten Kläranlagen nach Entwurf und unter Aufsicht der Emschergenossenschaft. In der Abwassertechnik hat den Namen Emscher der von Imhoff 1907 erfundene Emscherbrunnen, ein neuartiger mechanischer Klärbrunnen, geradezu berühmt gemacht. Wie die Emschergenossenschaft die Fluß- und Bachquerschnitte gestaltet und sie gegen Bergschäden sichert, ist wegweisend geworden.

Trotz der Reinigung gelangen noch immer täglich 300 t Kohlenteilchen in die Emscher; auch diese wird man in Zukunft zurückhalten können, wenn die neue jetzt im Bau befindliche Flußkläranlage bei Carnap fertig sein wird, die das Emscherwasser vollkommen geklärt dem Rhein zuleiten soll. Die Emschermündung in den Rhein ist durch ein gewaltiges Bauwerk mittels zweier Rohre 60 m weit in den Rhein hineingelegt worden, um jegliche Ablagerung zu verhindern. Die Genossenschaft betreibt 13 Abwasserpumpwerke, entstanden im Laufe der letzten 15 Jahre, mit einer Maschinenleistung von zusammen 5500 PS. Die Emscher ist der Abwasserfluß des Ruhrgebietes geworden, wie die Ruhr der Trinkwasserfluß.

Lippegenossenschaft und Ruhrverband. Nach dem Vorbilde des Emschergesetzes ist im Juni 1926 ein „Lippe-Gesetz" erlassen worden, durch das eine Lippegenossenschaft für das Gebiet der Lippe mit ähnlichen Zielen wie die Emschergenossenschaft für die Emscher errichtet worden ist. Genossen der Lippegenossenschaft sind außer Staat, Reich, Städten und Landgemeinden, Bergwerkseigentümer, Wassergenossenschaften, Deichverbände, Industrieunternehmungen, Eisenbahn, Elektrizitäts- und Wasserwerke. Die Lippegenossenschaft soll den Wasserschatz des Flusses verwalten, den Lauf unterhalten, die Landeskultur schützen, die Vorflut regeln und die Lippe für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke reinhalten. Im wesentlichen soll die Lippe die Kanäle speisen und landwirtschaftlichen Zwecken dienen. Ihr Wasser wird im allgemeinen nicht für Versorgungszwecke herangezogen, weil es sehr hart und salzig ist, ein Umstand, dem das erwähnte Pumpwerk an der Stever durch besondere Maßnahmen begegnet.

Außer dem Ruhrtalsperrenverein ist durch ein preußisches Gesetz im Jahre 1913 ein Ruhrverband gegründet worden, dessen einzige Aufgabe es ist, die Ruhr und ihre Nebenflüsse reinzuhalten. Der Ruhrverband hat bereits vor Erlaß des Gesetzes gearbeitet und hat von 1911 bis jetzt 36 Kläranlagen, 91 km Abwassersammler und fünf Pumpwerke ausgeführt. Es handelt sich hier um die Abwässer derjenigen Städte, die unter allen Umständen auf die Entwässerung in die Ruhr angewiesen sind.

Die Gemeinschaftsarbeit in der Wasserversorgung und Entwässerung des Ruhrgebiets

Bis zur Wende des 19. Jahrhunderts wirtschaftete jede Gemeinde, jedes Werk nur mit Rücksicht auf seinen eigenen Bedarf und Nutzen. Um die Jahrhundertwende setzte eine planmäßige Zusammenarbeit ein. Man stellte einen genügenden Wasserschatz für die Versorgung

durch die Ruhrtalsperren sicher, sann auf neue Mittel, das zur Verfügung stehende Wasser auch richtig zu fassen, sorgte für einheitliche Reinhaltung des Gebiets durch Ausbau der Abwasserwege nebst Kläranlagen, um sanitären Mißständen entgegenzutreten, die Reinheit des Trinkwassers zu gewährleisten, Abfallstoffe zu gewinnen, den Wasserbedarf der Landwirtschaft und des Verkehrs sicher zustellen. In großzügiger Gemeinschaftsarbeit hat man ganzen Flüssen bestimmte Rollen in der Wasserwirtschaft zugewiesen. Der Erfolg dieser weitreichenden Arbeit ist nicht ausgeblieben. Die Gesundheitsverhältnisse im Ruhrgebiet sind günstig, ausreichende Wassermengen bisher stets beschafft und ohne Schaden abgeleitet worden. Wie fest das Vertrauen zu der Ruhrwasserwirtschaft ist, hat im Frühjahr 1928 der Erfolg einer Anleihe bewiesen, die die vereinigten Ruhr-Wasserwirtschaftsverbände in Holland aufnahmen. Weit über die Grenzen Deutschlands hinaus wird die Wasserversorgung und Entwässerung im rheinisch-westfälischen Ruhrgebiet als technisch, wirtschaftlich und gesundheitlich mustergültig gewertet.

Verkehr

Eisenbahnen

Das engmaschige Netz der Reichsbahndirektion Essen, Abb. 9, hat 1928 eine Betriebslänge von rd. 1240 km gegen rd. 53 612 km des ganzen Reichsnetzes, so daß in Essen, bezogen auf die Oberfläche, die Dichte 0,63 km/km² gegen 0,115 km/km² im Reich beträgt. Die überragende Stellung des Ruhrgebietes im Güterverkehr zeigen die

Wagenladungen in 1000 t

	1927 Empfang	Versand 1927
Gelsenkirchen	3 553	9139
Essen	3845	9051
Dortmund	5461	7031
Duisburg	7679	6349
Bochum	3993	5776
Oberhausen	3141	4229
Mülheim	2474	2301
Hamborn	708	2228
Castrop-Rauxel	958	2193
Ruhrort	15 536	1873
Bottrop	597	1298
Hamm	906	1178
Hörde	2145	1149
Gladbeck	196	1021
Lünen	225	906
Wattenscheid	144	792
Hattingen	1261	479

RZ 695 Z 10

Abb. 10
Güterverkehr der wichtigsten Orte im Direktionsbezirk Essen.

Empfangs- und Versandzahlen. 1927 belief sich der Empfang auf 66 216 000 t und der Versand auf 94 376 000 t, so daß Essen als eine von 30 Direktionen 16,16 vH des Gesamtempfangs und 23,53 vH des Gesamtversandes in Deutschland zu bewältigen hatte. Den Güterverkehr der wichtigsten Orte im Industriebezirk zeigt Abb. 10.

Da der Versand den Empfang weit übersteigt, ist ein großer Bedarf an leeren Wagen vorhanden, der nun täglich aus den andern Direktionen zu stellen ist. Die einwandfreie Regelung der täglichen Wagenstellung von rd. 35 000 10 t-Wagen, d. h. 30 vH des gesamten Reichsbedarfs an offenen Wagen, ist von größter Bedeutung für das Ruhrgebiet[47]).

Während früher die Eisenbahnverwaltungen in Deutschland für ihre an andre Verwaltungen übergegangenen Wagen eine Miete berechneten und somit die Wagen infolge der unmittelbaren Rücksendung viele und lange Leerfahrten machten, schlossen sich schon 1905 Preußen, Oldenburg und das Reich (Elsaß) zu einem Wagenverband zusammen, dem 1909 der deutsche Staatsbahnwagen-Verband folgte, der alle Verwaltungen umfaßte. Man berechnete einander keine Miete mehr, und die Wagen wurden vom Empfangsbahnhof jeweils gleich weiterverwendet. Ferner teilte man das Reich in ein westliches und ein östliches Ablaufgebiet und die dazwischenliegenden mittleren und südlichen Verteilgebiete auf. In diesen Ablaufgebieten sandte jeder Bahnhof seine überzähligen leeren Wagen zu den Sammelstellen, von wo aus fahrplanmäßige Leerzüge im Osten nach Oberschlesien, im Westen zum Ruhrgebiet abrollten. Über den Wagenüberschuß des Ausgleichgebiets wurde nach Bedarf verfügt.

Jede Direktion hat eine Wagendienststelle, die Bestellungen und Bestand der Wagen von den Außendienststellen der Bahnhöfe entgegennimmt und die Wagenstellung innerhalb des Direktionsgebietes verfügt. Das Hauptwagenamt in Berlin erhält die Meldungen der Direktionen und gleicht deren Bestand und Bedarf durch Verfügungen aus. Die Leerzüge in den Ablaufgebieten werden durch diese Verfügungen nicht betroffen. Weil auch hierbei lange Leerlaufstrecken auftreten, prüft die Reichsbahn zur Zeit, ob die Wagenstellung nur durch Verfügung ohne Ablaufgebiete wirtschaftlicher sei.

Da im Ruhrgebiet die Wagen nur zu den drei Zechenschichten gestellt werden und der Bedarf der Zechen sehr schwankt, anderseits die während des Tages regelmäßig eingehenden Leerzüge möglichst gleichmäßig zu verteilen sind, ist die Wagenstellung im Bezirk Essen besonders durchgebildet, indem Bestand und Bedarf ungefähr alle zwei Stunden gemeldet werden. Für die Abrechnung mit den Zechen dient das Tonnenkontrollverfahren, wobei sich alle Meldungen auf Wageneinheiten von 10 t beziehen. Die Anzahl der gestellten Wagen im Bezirk Essen betrug jährlich

1900 . . .	5 101 000	offene Wagen zu 10 t,
1913 . . .	9 679 000	„ „ „ 10 t,
1927 . . .	8 609 000	„ „ „ 10 t.

Der mittlere werktägliche Bedarf beläuft sich auf:

28 000 Wagen zu 10 t oder 16 000 Wagen entsprechender Größe für Kohlen, Koks und Briketts, 7 500 Wagen zu 10 t oder 4 200 Wagen entsprechender Größe für andre Güter.

Hiervon fordern die Zechen an für die

Morgenschicht . . .	16 000	Wagen zu 10 t = 55 vH,
Mittagsschicht . . .	10 300	„ „ 10 t = 35 vH,
Nachtschicht . . .	2 700	„ „ 10 t = 10 vH.

Von den rd. 20 000 verwendeten beladenen Wagen verlassen rd. 12 500 Wagen (63 vH) den Bezirk; rd. 7500 Wagen (37 vH) laufen im Binnenverkehr und hiervon sind rd. 2600 Wagen für den Versand nach den Duisburg-Ruhrorter Häfen erforderlich. Da nun rd. 3200 Wagen täglich beladen von den Außenbezirken zulaufen, sind noch weitere 9300 Wagen als Leerwagen erforderlich, die in Leerzügen und als Auslastung der Frachtzüge aus den Außenbezirken zugeführt werden.

Zur Ermäßigung der Fracht hat die Reichsbahn Pendelzüge mit Großraumwagen[48]) geschaffen. Im Ruhrgebiet verkehren mehrere Versuchszüge mit je 20 Wagen von 50 t Ladegewicht, die eine sehr kurze Umlaufzeit haben. Auch für den Fernversand werden solche Züge benutzt. In einigen Fällen wird im Rücklauf Bergeversatz befördert. Das Eisenbahn-Zentralamt beabsichtigt, aus den Erfahrungen mit den bisher verkehrenden Versuchswagen eine einheitliche Bauart von wahrscheinlich 60 t Ladegewicht auszubilden. Die Verwendung der Großraumwagen erfordert geeignete Vorrichtungen bei den Empfängern. Auch müssen in den Häfen neue Kippanlagen geschaffen werden.

Häfen

Duisburg-Ruhrorter Häfen. Um 1900 hatten diese Häfen noch vollständig getrennte Verwaltungen. Der Hafen von Ruhrort, am Anfang des 19. Jahrhunderts mit Mitteln der Ruhrschiffahrt- und Ruhrhafenkasse gebaut, wurde vom Ruhrfiskus verwaltet. Duisburg, das um 1200 herum noch unmittelbar am Rhein lag, verdankt seinen Hafen kaufmännischem Unternehmungsgeist. Seine Hafenanlage wurde 1889 von der Stadt übernommen.

[47]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 269.

[48]) Z. Bd. 68 (1924) S. 977.

Abb. 11
Der Hafen von Duisburg-Ruhrort. Aufnahme der Firma Hansa Luftbild G. m. b. H., Berlin.

Beide Häfen standen in scharfem Wettbewerb miteinander. Als nun Anfang dieses Jahrhunderts im Kohlenumschlag ein großer Aufschwung einsetzte, wurde eine Vergrößerung der Hafenanlagen notwendig, obwohl mehrere Werke eigene Häfen am Rheine bauten. Ruhrort plante die Verlegung der Ruhrmündung und den Bau von drei Hafenbecken mit einem neuen Hafenbahnhof. Dieser Ausbau ist von 1903 bis 1908 durchgeführt worden. Duisburg wollte seine Häfen ebenfalls vergrößern und plante neue Anlagen im Rheingaugelände[49]).

Da die Durchführung beider Baupläne zu unwirtschaftlich großen Anlagen geführt hätte, schlossen sich im Oktober 1905 beide Häfen zu einer Betriebsgemeinschaft zusammen; dabei wurden die Duisburger Pläne zurückgestellt. Im Jahre 1912 kaufte diese Gemeinschaft dann noch die eisenbahnfiskalischen Häfen von Ruhrort und Hochfeld. Von 1912 bis 1914 wurde die Zufahrt zu den älteren Ruhrorter Häfen durch den Vinckekanal verbessert, einige der ältesten Becken wurden zugeschüttet[50]). Durch den Rhein-Herne-Kanal sind die Häfen seit 1914 mit dem Dortmund-Ems-Kanal verbunden. Die Arbeiten am Duisburger Hafen werden voraussichtlich Mitte des Jahres 1928 fertiggestellt sein[51]).

Für eine künftige Erweiterung der Hafenanlagen kommen zunächst die von Duisburg geplanten Häfen im Rheingaugebiet in Frage. Als im Jahre 1926 das Reich die Wasserstraßen von den Ländern übernahm, ging zur Vereinfachung des Instanzenweges die Verwaltung der Häfen auf eine Privatgesellschaft, Duisburg-Ruhrorter-Häfen

Zahlentafel 8

	1900[52])		1913[52])		1927[53])
	Ruhrort	Duisburg	Ruhrort	Duisburg	Duisburg-Ruhrort
Gesamtfläche . . . ha	164	180	300	180	916
Wasserfläche . . . „	51,3	42,5	112	42	189
Lagerfläche . . . . „	71	—	118	—	149
Wege u. Gleise . . „	41	—	76	—	322
Gleislänge . . . . km	60	—	140	—	280
Uferlänge . . . . „	18	11	27,8	11	44

[49]) Jahrb. d. Hafenbautechn. Ges. 1927.
[50]) „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 8 (1927) S. 197.
[51]) „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 8 (1927) S. 204.
[52]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 27 (1907) S. 103.
[53]) Jahrb. d. Hafenbautechn. Ges. 1927, Z. Bd. 69 (1925) S. 1213.

A.-G., mit 18 Mill. ℳ Kapital über; hiervon besitzt das Reich zwei Drittel und Duisburg ein Drittel, wofür die beiden Anteilhaber ihre Anlagen eingebracht haben. Zahlentafel 8 gibt einen Überblick über die Größenentwicklung dieser Häfen, Abb. 11[54]).

Die Ausrüstung dieser Häfen umfaßt nunmehr 12 mechanische, 2 mit Drehkranen und 9 elektrisch betriebene Kohlenkipper, 142 Ladebühnen, 144 Krane, 21 Elevatoren (Saugförderer). Die mechanischen Kipper leisten rd. 115 t/h, während die Leistung der elektrischen 225 t/h beträgt. Ferner sind insgesamt 155 sonstige Speicher und Schuppen vorhanden[54]).

Der Gesamtumschlag der Duisburg-Ruhrorter Häfen belief sich 1900 auf 12,429 Mill. t, 1913 auf 27,262 Mill. t, 1927 auf 24,699 Mill. t.

Den größten Anteil hatte selbstverständlich der Kohlenumschlag, der jetzt rd. 72 vH des Gesamtumschlags umfaßt. Von der Gesamtkohlenförderung im Ruhrgebiet betrug der Kohlenumschlag in den Duisburg-Ruhrorter Häfen:

Steinkohlen		1900	1913	1927
Förderung Ruhrgebiet	Mill. t	59,6	110,8	113,5
Umschlag Duisburg-Ruhrort . .	„	8,27	18,7	17,62
	vH	13,8	16,9	15,5

Die Anfuhr zu Wasser tritt gegenüber der Abfuhr immer mehr zurück. An- und Abfuhr verhielten sich 1900 wie 1 : 2,2, 1913 wie 1 : 2,8 und 1927 wie 1 : 3,25. Infolge der zunehmenden Schiffsgröße hat sich die mittlere Ladung je Schiff erhöht. Die Gesamtzahl der ein- und ausfahrenden Schiffe betrug 1913: 109 080 Schiffe und 1927: 94 454 Schiffe; dabei belief sich die mittlere Ladung 1913 auf 582 t/Schiff und 1927 auf 730 t/Schiff.

K a n a l h ä f e n. Die größte Hafenanlage ist Wanne-Eickel mit einem Umschlag von rd. 18,8 vH des Güterverkehrs auf dem Kanal oder täglich 7500 bis 11 000 t. Der Hafen wird von der Hafenbetriebsgesellschaft Wanne-Herne, G. m. b. H., verwaltet und ist 1925/27 erweitert worden[55]).

Die Beförderung der Kohle von den Zechen zu diesen Häfen findet beinahe ausschließlich durch Pendelzüge mit Kübelwagen[56]) in verbesserter Form statt, so daß ein

[54]) s. a. Z. Bd. 69 (1925) S. 1213.
[55]) „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 8 (1927) S. 205
[56]) Z. Bd. 68 (1924) S. 63 und Sonderheft „Güterumschlag" S. 82.

Abb. 12
Die für das rheinisch-westfälische Industriegebiet wichtigen Wasserstraßen nach dem heutigen Stande.

rascher Wagenumlauf möglich ist und die Kosten für Fracht- und Umschlag auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Diese geschlossenen Züge können bei 6 km Entfernung 2,5 mal in 24 h fahren, bei 12 km 1,5 mal in 24 h und bei größerer Entfernung 0,8 bis 1,2 mal in 24 h[57]). Wesentlich für einen raschen Umschlag ist ferner die Kranausrüstung. Besonders wegen des Sortenversandes verwendet man in diesen Häfen weitausladende Krane, meist Wippkrane, so daß sie über drei nebeneinanderliegende Kähne reichen.

Die meisten Häfen am Rhein-Herne-Kanal sind in privatem Besitz; ihre Zahl nimmt ständig zu. Am Lippe-Seitenkanal findet man dieselbe ungünstige Entwicklung der privaten Häfen. Gemeinsame unabhängige Umschlaghäfen, an die mehrere Zechen angeschlossen sind, sind wirtschaftlicher als einzelne kleine Privathäfen mit geringem Umschlag.

Wasserstraßen

Nachdem die Ruhr seit 1889 infolge Versandung nicht mehr schiffbar war, schieden die natürlichen Wasserwege im Ruhrgebiet selbst aus. Da die Rheinmündung im Ausland liegt, baute man eine Verbindung mit den deutschen Nordseehäfen, den Dortmund-Ems-Kanal, der um die Jahrhundertwende fertiggestellt war. Außerdem wollte man eine Verbindung des Ruhrgebietes mit den großen Strömen des Westens und Ostens schaffen. Erst 1905 sind diese Pläne zum Teil in der Kanalvorlage vom Reichstag genehmigt worden, Abb. 12.

D o r t m u n d - E m s - K a n a l. Dieser Kanal, die Verbindung des Ruhrgebietes mit den Nordseehäfen, ist 1899 dem Betrieb übergeben worden. Er ist für Kähne von 750 t Ladefähigkeit gebaut. Im Verkehr zu Berg überwiegen stets noch die Erzanfuhren aus Schweden, während im Verkehr zu Tal vorwiegend Kohlen verschifft werden. Der Gesamtverkehr nach beiden Richtungen betrug 1900: 477 000 t, 1913: 4 268 000 t und 1926: 4 441 000 t[58]). Die Verbindung mit dem Rhein bildet der Rhein-Herne-Kanal, der bei Herne in den Rhein einmündet. Der Mittellandkanal, die künftige Verbindung mit den östlichen Flüssen, zweigt bei Bevergern ab.

Da sowohl der Rhein-Herne-Kanal als auch der Mittellandkanal für Schiffe von 1300 t Ladefähigkeit gebaut sind, muß das Zwischenstück des Dortmund-Ems-Kanals, als Teil des Mittellandkanals, verbreitert worden. Die von einigen Beteiligten geforderte Verbreiterung des ganzen Kanals erfordert den Umbau der Schleusen von Bevergern bis Emden. Da aber der Kanal keine unmittelbare Verbindung mit den großen Nordseehäfen darstellt, wird von den Hansestädten gefordert, die beträchtlichen Kosten, die die Verbreiterung dieser Kanalstrecke erfordern würde, für den Bau des Hansakanals, der unmittelbar nach Bremen und Hamburg führt, zu verwenden.

R h e i n - H e r n e - K a n a l. Dieser Kanal, der mit dem ersten Abschnitt des Mittellandkanals und dem Lippe-Seiten-Kanal einen Teil der Kanalvorlage bildete, ist 1914 dem Betrieb übergeben worden. Er dient in erster Linie der Beförderung von Kohlen. Vom Gesamtgüterverkehr von 3 297 000 t (1915) fielen auf Kohlen 66 vH gegen 80 vH im Jahre 1926 mit insgesamt 14 201 000 t[59]). Drei Viertel des Güterverkehrs auf dem Kanal geht bis jetzt westwärts. Erst nach Fertigstellung des Mittellandkanals und gegebenenfalls infolge der Wasserverbindung mit Bremen und Hamburg wird sich die Richtung des Verkehrs wesentlich ändern.

Für den Umschlag sind außer den größeren öffentlichen mehrere, einer einzigen Zeche gehörende Privathäfen vorhanden, deren Zahl sich ständig vergrößert. 1926 ist die zweite Ruhrmündungsschleuse fertiggestellt worden, so daß die erste Schleuse entlastet wird und den Schiffen die Durchfahrt durch den belebten Ruhrorter Hafen erspart bleibt[60]). Gleichzeitig war hierdurch die erste Haltung des Schiffahrtsweges nach Mülheim geschaffen. Nachdem 1928 die Raffelbergschleuse und die Hafenanlagen fertiggestellt sind, ist Mülheim auf dem Wasserwege mit Kähnen bis zu 2300 t zu erreichen[61]), und seit der Eröffnung im März verladen schon mehrere Zechen über Mülheim.

L i p p e - S e i t e n - K a n a l. Die Wasserstraße Wesel-Datteln ist zur Zeit noch im Bau. Sie ist für

[57]) Jahrb. d. Hafenbautechn. Ges. 1927.

[58]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1395.
[59]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1395.
[60]) „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 8 (1927) S. 202.
[61]) Zeitschrift für Binnenschiffahrt Bd. 34 (1927) S. 400.

Abb. 13
Übersichtsplan des Verbandstraßennetzes, aufgestellt vom Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Essen.
(Wiedergegeben mit Genehmigung des Siedlungsverbandes.)

Schiffe von 1300 t bemessen. Wenn auch die Schleusen zunächst einfach ausgeführt werden, ist der Ausbau zur Doppelschleuse überall vorgesehen. Dieser Teil dürfte voraussichtlich 1929 fertiggestellt sein. Infolge der Verschiebung des Gewinnungsgebietes nach Norden wird dieser Kanal in der Zukunft stets größere Bedeutung erhalten. Der Abschnitt Hamm-Lippstadt, ebenfalls mit der Rhein-Weser-Vorlage von 1905 genehmigt, ist 1914 als einschiffiger Kanal in Angriff genommen worden; die Arbeiten wurden jedoch eingestellt. Es ist vorläufig eine Wiederaufnahme vorgesehen. Die Wirtschaftlichkeit dieser Kanalstrecke ist jedoch nicht erwiesen[62]).

Mittellandkanal. Dieser Kanal sollte das Ruhrgebiet mit den östlichen großen Flüssen und den Großverbrauchsgebieten, wie Berlin, verbinden. In der Vorlage wurde jedoch nur die Verbindung mit der Weser und die Strecke bis Hannover genehmigt. Diese sind 1915 in Betrieb gekommen. Der ursprüngliche Plan wurde 1919 wieder aufgenommen, indem mit den Arbeiten am zweiten Teil bis zur Elbe begonnen wurde. Mitte 1928 wird schon ein weiterer Abschnitt bis Peine mit dem Zweigkanal nach Hildesheim in Betrieb kommen[63]).

Der Hansakanal stellt einen ähnlichen Wasserweg des Ruhrgebietes zu Großverbrauchern von Kohle wie der Mittellandkanal dar. Im Wettbewerb mit der Eisenbahn soll er eine derartige Frachtermäßigung herbeiführen, daß die Fracht für die Ruhrkohle nicht wesentlich von der Seefracht für englische Kohle abweicht.

Der Kanal ist einstweilen in das Wasserstraßenbauprogramm des Reiches aufgenommen worden. Zur Zeit ist das Vorarbeitenamt mit der technischen und wirtschaftlichen Prüfung der verschiedenen Vorschläge für die Linienführung beschäftigt. Die Stellungnahme der Regierung zum Bau des Kanales wird von diesem Ergebnis abhängen[64]).

Straßen

Die Straßen im Ruhrgebiet[65]) sind infolge der Entwicklung des Kraftwagenverkehrs, besonders nach dem Kriege, sehr stark beansprucht worden. Hauptsächlich die zentrische Anordnung der kommunalen Hauptstraßen verursacht starke örtliche Überlastung. Daher hat der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk als Abhilfe ein Netz von Durchgangstraßen, „Verbandstraßen", zur Umgehung der Verkehrsmittelpunkte in enger Zusammenarbeit mit den Behörden ausgearbeitet und zum Teil sind solche Straßenzüge schon ausgeführt, wobei jedoch die vorhandenen Straßen soweit wie möglich benutzt sind, Abb. 13. Durch die Verkehrzählung 1926 sollte nun festgestellt werden, ob dieses Verbandstraßennetz in allen Teilen gut entworfen wäre. Gleichzeitig gab diese Zählung Anhaltpunkte für den Dringlichkeitsgrad des Ausbaues einzelner Strecken. Das Zählgebiet ist das Zuständigkeitsgebiet des Siedlungsverbandes mit Ausnahme des Landkreises Hamm, sowie der Kreise Recklinghausen, Mörs und Geldern und umfaßt 1970 km² mit 3 537 321 Einwohnern, 1145 km Durchgangstraßen und außerdem noch rd. 3700 km befestigte Straßen.

Von der Gesamtzahl der Fahrzeuge waren 56,2 vH Kraftfahrzeuge (38,4 vH Personen- und Lieferwagen, 12,6 vH Schwerlastwagen) und 43,8 vH Pferdefuhrwerke (31,5 vH Personen- und Lieferwagen und 12,3 vH Schwerlastwagen). 1927 dürfte die Zahl der Pferdefuhrwerke gleichgeblieben sein, eine Probezählung im Stadtbezirk Essen ergab jedoch eine Zunahme der Kraftfahrzeuge um 40 bis 50 vH. Von den Fahrzeugkilometern, täglich 411 028 km, fallen 55,5 vH den Kraftfahrzeugen, 44,5 vH den Pferdefuhrwerken zu. Von den Tonnenkilometern, täglich 1 337 183, entfallen 61,9 vH auf Kraftfahrzeuge und 38,1 vH auf Pferdefuhrwerke.

Für das ganze Durchgangstraßennetz beträgt die mittlere tägliche Belastung auf 1 km Straße 1167 t, für Stadt- und Gemeindestraßen allein 1442 t, für Provinzstraßen 1097 t und für Kreisstraßen 528 t. Diese Belastungszahlen geben einen Anhalt für den Unterhalt der Straßen.

Beim Vergleich der Reichsverkehrszählung 1925 mit der Zählung im Ruhrgebiet ergibt sich, daß auf 1 km² Fläche 0,58 km Straßen im Ruhrgebiet gegen 0,19 km im ganzen Reich kommen. Gezählt wurden auf 1 km Straße 412 Fahrzeuge und 1342 t im Ruhrgebiet und 142 Fahrzeuge und 323 t im Reich. Die Straßenbelastung im Reich liegt auch zwischen null und 800 t/24 h, die höheren Belastungsstufen sind nur durch wenige Hundertteile vertreten, dagegen stellt sich die Belastung der Straßen im Ruhrgebiet hauptsächlich auf 200 bis mehr als 2000 t/24 h.

[B. 695]

[62]) Jahresbericht des Vereins für die bergbaulichen Interessen 1926, Essen 1927, S. 38.

[63]) Z. Bd. 72 (1928) S. 453.

[64]) Jahresbericht des Vereins für die bergbaulichen Interessen 1926, Essen 1927, S. 40.

[65]) Verkehrszählung 1926 im Ruhrkohlenbezirk, Essen 1928.

Siedlung Margarethenhöhe bei Essen für rd. 4000 Wohnungen (Hansa Lichtbild G. m. b. H.)

Großkraftwerk „Klingenberg“, Halle der Hauptturbinen und Haupt-Drehstrommaschinen.

Gesamtansicht des Benson-Kessels.

Ansicht der eingebauten Rohrschlangen.

Benson-Kessel zur Erzeugung von Hochdruckdampf bis zu 224,2 at im Kraftwerk der Siemens-Schuckertwerke.

JAHRESSCHAU DER TECHNIK 1927/28

(Hierzu Bildblatt 27 bis 32)

Energie

Dampfkraftanlagen

Hochdruckdampf Im vergangenen Jahr sind mehrere nach neuen Grundsätzen erbaute ·oßkraftwerke in Dauerbetrieb gekommen, darunter von sonderer Bedeutung das Großkraftwerk Klingenberg[1]), ssen Name die Verdienste eines der erfolgreichsten impfer für die neuen Ideen ehrt. Die bisherigen Maßhmen verbesserten den thermischen Gesamtwirkungsgrad n rd. 15 vH der Vorkriegsanlagen auf 20 bis 22 vH, die s neue Werk im Dauerbetrieb erreicht. Der Fortschritt . auf eine ganze Reihe von Verbesserungen zurückführen: Kohlenstaubfeuerung, Vorwärmung der Verennungsluft, Speisewasservorwärmung durch Anzapfmpf, Dampfdruck von 30 bis 40 at, verbesserter Turnenwirkungsgrad durch Teilung des Gehäuses und Verehrung der Stufenzahl und nicht zuletzt die größeren omessungen sind eng miteinander verknüpfte Maß.hmen.

Daneben erkennt man bereits die vorbereitenden Ariten für einen weiteren Abschnitt der Entwicklung, der . Drücken von rd. 100 at führt. Das mit diesem Druck beitende Großkraftwerk Mannheim nähert sich der Voll.dung[2]). Die bauliche Lösung benutzt im allgemeinen e gleichen Mittel, die sich beim Bau von 40 at-Anlagen währt haben. Außerdem versucht man aber die bei ·chsten Drücken auftretenden Schwierigkeiten auch auf ıdre Weise zu überwinden. Neben den mittelbar arbeinden Kesseln von Löffler[3]) haben besonders die Verche der Siemens-Schuckertwerke[4]) zum Bau einer ößeren Benson-Anlage geführt. Auch die Schmidtsche eißdampfgesellschaft hat mit mittelbar beheizten Hochuckkesseln im ortfesten Betrieb und bei Lokomotiven ıssichtsreiche Versuche unternommen[5]).

Selbsttätige Regelung Die selbsttätige Regelung von Kesselanlagen, mit der man sich im Ausland, besonders in Amerika schon mit Erfolg behäftigt hat, findet nunmehr auch bei uns größere Behtung; die theoretische Behandlung hat im letzten Jahr merkenswerte Fortschritte gemacht[6]).

Wirtschaftliche Vorteile Gegenüber den deutlich erkennbaren thermischen Verbesserungen liegen für die Lösung ihrer wirtschaftlichen uswirkung nur erste Ansätze vor. Besonders erfreulich nd die weitgehenden Veröffentlichungen über die Geehungskosten des Großkraftwerkes Klingenberg. Nur ırch ebenso offenherzige Darlegungen anderer, besonders ıch öffentlicher Werke kann, selbst wenn dabei Fehlgriffe ı Tage treten, erreicht werden, daß wir schneller über e volkswirtschaftlich unerwünschte Unklarheit über n wirtschaftlichen Wert der neuen Idee hinwegkomen. Zunächst scheint es weniger wichtig zu sein, den ermischen Wirkungsgrad noch weiter zu steigern, als nlagen zu schaffen, die ohne Rücksicht auf den Brennoffverbrauch mit möglichst geringen festen Kosten die elastungsspitzen decken. Die Erwartung, daß weitehende Zusammenfassung auch die Belastungsverhältsse verbessert, hat sich nicht voll erfüllt, vielmehr lden die Lichtspitzen in Großstädten ein heute noch unlöstes Problem. Ihre Übernahme durch Dampfspeicherrke scheint aussichtsreich zu sein[7]).

Dampfforschung Wie immer, eilt auch hier die ausführende Technik der wissenschaftchen Erkenntnis voraus. Während erste Versuchslagen nur die technische Lösung bringen sollen, auchen wir bei breiterer Durchführung die Kenntnis all der Unterlagen, die eine wirtschaftliche Lösung ermöglichen. Es ist daher wichtig, daß unsere Kenntnisse von der Zustandsgleichung des Wasserdampfes bei hohen Drücken durch die Arbeiten des Laboratoriums für Technische Physik in München und der Technisch-Physikalischen Reichsanstalt auf eine sichere Grundlage gestellt werden. Von besonderer Bedeutung für den Bau der Kessel und Dampfturbinen sind aber Fortschritte unseres Wissens über das Verhalten hochwertiger Werkstoffe. Die Werkstofftagung in Berlin hat hierfür weit über Deutschlands Grenzen hinaus wirksame Anregungen geschaffen[8]). [B 1373] Pauer

[1]) Z. Bd. 71 (1927) Nr. 53. [2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1591.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 431. [4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 660.
[5]) „Wärme" Bd. 51 (1928) Nr. 4.
[6]) Stein, Regelung und Ausgleich in Dampfkraftanlagen, Berlin 27, Julius Springer.
[7]) Archiv f. Wärmewirtschaft Bd. 7 (1927) S. 374 u. 383.
[8]) Z. Bd. 71 (1927) Fachhefte Nr. 43 u. 44.

Verbrennungsmotoren

Großgasmotoren Die Entwicklung in der Brennstoffwirtschaft während der letzten Jahre und das Bestreben, das bei der Verschwelung anfallende Schwelgas zu verwerten, haben der Großgasmotorentechnik ein neues Betätigungsfeld erschlossen. Es sei hier hingewiesen auf Gasmaschinen höchster Leistung (Vierzylindermaschinen in doppelter Tandemanordnung für 10 000 PS) für Schwelgasbetrieb, die unter Berücksichtigung der weitentwickelten Betriebsicherheit der Gasmaschine an sich die Wettbewerbfähigkeit des Großgasmotors aufrechterhalten.

Großdieselmotoren Die Verwendung des ortfesten Dieselmotors als Spitzenleistungsmaschine gewinnt immer mehr an Bedeutung. Bevorzugt werden der einfach- oder der doppeltwirkende Zweitakt-Dieselmotor, wobei die Strahleinspritzung für immer größere Zylinderleistungen entwickelt wird. Der infolgedessen entbehrliche Kompressor erleichtert die Bemühungen um eine vollständige Beseitigung von Massenwirkungen. Dagegen kann für Größtleistungen noch nicht auf die Lufteinspritzung verzichtet werden. Die günstigen Ergebnisse, die mit der Aufladung nach Büchi zum Zweck einer Leistungssteigerung an einer 850/1275 PS-Maschine erzielt wurden[1]), dürften dem Großdieselmotorbau neue Wege weisen. Das Büchi-Verfahren hat erneut den Kampf um Viertakt und Zweitakt entfesselt und zunächst zugunsten des Viertaktes beeinflußt. Erwähnt sei noch der Auftrag der Märkischen Elektrizitätswerke Berlin auf zwei Großdieselmotoren von je 12 000 PS für das Umspannwerk Hennigsdorf.

Im Schiffbau findet der dieselmotorische Antrieb immer mehr Eingang. Die Entwicklung geht auch hier unter Führung der Firmen MAN und Gebrüder Sulzer in der Richtung des doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitakt-Dieselmotors, wofür bereits Versuche und Ausführungen bis zu Zylinderleistungen von 1000 PS vorliegen. Bemerkenswert ist die Motoranlage des italienischen Fahrgastschiffes „Augustus", des zur Zeit größten Motorschiffes, die aus vier doppeltwirkenden Sechszylinder-Zweitakt-Dieselmaschinen von je 6250 PS besteht. Neben der Dieselmaschine normaler Bauart behaupten sich in zahlreichen Ausführungen die Maschinen nach dem System Junkers-Doxford und vereinzelt die Scott-Still-Maschine durch Verbesserungen am Getriebe. Eine besonders kennzeichnende Entwicklung der Schiffsdieselanlage liegt darin, der Hauptmaschine keine Hilfsmaschinen anzuhängen, sondern diese elektrisch anzutreiben, wobei der Strom in besonderen Dieseldynamos erzeugt wird.

Hinsichtlich der Dieselmotoren für Lokomotiven ist in Anbetracht des noch bestehenden Versuchzustandes noch keine einheitliche Entwicklungsrichtung zu erkennen. Maßgebend ist die Anpassungsfähigkeit an den Lokomotivbetrieb und das möglichst niedrig zu haltende Gewicht für die Einheit der Leistung. In dieser Hinsicht scheint dem einfachwirkenden Viertakt eine bevorzugte Stelle eingeräumt zu werden. Eine Reihe von Erfindungen beschäftigt

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 421.

sich damit, den thermischen Gesamtvorgang des Lokomotivantriebs durch Dieselmotoren in neuartige Bahnen zu lenken.

Schnellaufende Ölmotoren

Der vornehmlich in Deutschland geschaffene und durchgebildete Typus des schnellaufenden Dieselmotors wird im wesentlichen vertreten durch einen Viertaktmotor der MAN und den Junkers-Zweitaktmotor. Ob der Zweitakt auch ohne die Vorteile des Doppelkolbenmotors dem Schnellauf wird angepaßt werden können, muß die weitere Entwicklung ergeben. Neben der Wahl des Werkstoffes, der Gestaltung der Getriebe und der Ausbildung der Brennstoffpumpen im allgemeinen bietet der Antrieb der Steuerung beim Viertaktmotor im besonderen dem Konstrukteur reizvolle Aufgaben. Über das ursprüngliche Anwendungsgebiet als Kraftfahrzeugmaschine hinaus erobert sich der schnellaufende Dieselmotor auch die Verwendung in der Landwirtschaft und im Gewerbebetrieb und wird vielleicht in absehbarer Zeit den Glühkopfmotor ablösen. Es sind noch zwei neuere Konstruktionen zu erwähnen, deren Arbeitsweise in letzter Zeit eingehend untersucht wurde: der Acro-Luftspeichermotor der Firma Robert Bosch, A.-G.[2]), und der Dorner-Motor der Eisenbahnsignal-Bauanstalten Max Jüdel, Stahmer, Bruchsal, A.-G.[3]).

Wissenschaftliche Forschung

Die experimentell-wissenschaftlichen Arbeiten befassen sich vornehmlich mit der Untersuchung und Klärung grundlegender Vorgänge im Verbrennungsmotor. Die Weiterentwicklung der Vergaser- und Einspritzmotoren wird sich nach den neueren Erfahrungen und Ergebnissen von Versuchen vollziehen müssen, die in bezug auf die Vorbereitung und Verbrennung des Brennstoffes vielerorts in privaten Forschungsanstalten und wissenschaftlichen Instituten in Angriff genommen sind und über deren Fortgang in der Fachsitzung Verbrennungsmotoren[4]), in der Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung[5]) sowie in dieser Zeitschrift[6]) berichtet wurde.

Buchliteratur

In der Berichtzeit ist die Literatur durch einige bedeutsame Neuerscheinungen bereichert worden, von denen folgende aufgeführt seien:

Dieselmaschinen III, 3. Sonderheft der VDI-Zeitschrift.
Dubbel, Öl- und Gasmaschinen.
Kehrer, Raschlaufende Ölmaschinen.
Körner, Der Bau des Dieselmotors.
Magg, Dieselmaschinen.
Ricardo, Schnellaufende Verbrennungsmaschinen.
Sauter, Die Größenbestimmung der im Gemischnebel von Verbrennungskraftmaschinen vorhandenen Brennstoffteilchen.
Seiliger, Die Hochleistungs-Dieselmotoren.

[B 1651] A. Nägel

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 765. [3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 775.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1164. [5]) Z. Bd. 72 (1928) S. 380.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 764, 1000, 1081, 1287, 1597.

Wasserkraftmaschinen und -Anlagen

Propeller- und Kaplanturbinen

Die Entwicklung der Propeller- und Kaplanturbinen hat weitere Fortschritte gemacht, und zwar sowohl hinsichtlich der Größe der Einheiten, der Höhe des zulässigen Gefälles und bei den Kaplanturbinen auch in der Herausbildung einer Normalkonstruktion für die Bewegungsvorrichtung der drehbaren Laufradschaufeln, für die heute fast ausschließlich der zwischen die Kupplungsflanschen von Turbinen- und Dynamowelle eingebaute Servomotor mit umlaufendem Kolben gewählt wird. In Schweden wird von der Karlstad Mekaniska Verkstad zur Zeit eine Kaplanturbine für 15 000 PS bei 15,4 m Gefälle, das bis auf 19,4 m steigt, ausgeführt. Für die spez. Drehzahl $n_s = 700$ ist dies das Höchstgefälle, für das bisher eine Kaplanturbine ausgeführt wurde. Vorhergegangene eingehende Untersuchungen in der Versuchsanstalt sollen ergeben haben, daß bei der gewählten Konstruktion und Aufstellung keine Kavitationsgefahr (Hohlraumbildung) vorliegt.

Drei große Kaplanturbinen von je 12 000 PS bei 12 14,5 m Gefälle und 125 Uml./min sind vom Städtisch Elektrizitätswerk, München, bei Escher Wyss & C Zürich, in Auftrag gegeben worden und die zur Zeit üb haupt größten Kaplanturbinen kommen in der Wass kraftanlage Ryburg-Schwörstadt[1]) zur Aufstellung. sind dies vier Turbinen mit je 39 400 PS Höchstleistu bei 10,9 bis 11,4 m Gefälle und 75 Uml./min. Durch j Turbine fließt die gewaltige Wassermenge von 312 m Der Laufraddurchmesser mißt 7 m.

Die bisher größte deutsche Anlage mit Propellert binen an der Donau-Staustufe Kachlet bei Passau ist ihren acht Turbinen von je 9320 PS Höchstleistung ge Ende 1927 gut in Betrieb gekommen. Als wichtig für Klärung der Kavitationsfrage ist die Messung der Dru verteilung an Schaufelprofilen im gestaffelten Gitter nennen, die im Luftkanal der Versuchsanstalt, Götting vorgenommen wurde[2]).

Francis-Turbinen

Die Bestrebungen zur Verbesseru des Wirkungsgrades der Francist binen wurden fortgesetzt und erzielten durch A wertung der neueren Strömungslehre für die For gebung der Laufrad- und Leitradschaufeln, durch V ringerung des Spaltverlustes unter Anwendung von Lab rinthdichtungen und Versuche mit Gummispaltringen wie mit Weglassung eines Teiles des Außenkranzes Laufrad sehr gute Ergebnisse. Infolgedessen bilden he bei großen Turbinen Höchstwirkungsgrade von 90 bis 92 von den Langsam- bis zu den Schnelläufern die Reg

Die Weglassung des Laufradaußenkranzes bietet großen Turbinen, ähnlich wie bei Propeller- und Kapla turbinen, den weiteren Vorteil, daß die Schaufeln einz an die Nabe angeschraubt werden können und man d durch in den Laufradabmessungen und der daraus si ergebenden Schluckfähigkeit durch die Transportmöglic keit nicht beengt ist. Das größte bisher mit Francist binen ausgenützte Gefälle beträgt 280,5 m bei der no wegischen Anlage Vemork[3]), die eine von Escher, Wy & Cie. gebaute Spiralturbine von 17 500 PS Leistung b 600 Uml./min hat. Bemerkenswert ist dabei auch das klei Saugfälle von nur 1 m, das mit Rücksicht auf die Hol raumbildung gewählt wurde.

Als Übersetzungsgetriebe werden bei Leistungen üb 600 PS sowohl bei Francis- als auch bei Propellerturbin immer mehr Stirnräder mit stehender Welle bevorzu Schichau, Elbing, baut zur Zeit eine solche Anlage f Finnland mit 11 600 PS Turbinenleistung bei 14,5 m G fälle und einer Übersetzung von 125 auf 600 Uml./min.

Mit gutem Erfolg sind die Schweizer Firmen, Atelie des Charmilles, Genf, und Bell & Cie., Kriens, für Franci schnelläufer und Propellerräder von dem Leitapparat m Drehschaufeln zwischen ebenen Wänden abgegangen u haben die Bauart der Kegelturbine wieder neu g schaffen dadurch, daß sie die Leitschaufeln sich zwisch Kugelflächen um schräg gegen die Achse gestellte Zapf drehen lassen. Besonders für den Umbau alter Anlagen m räumlich beschränkten Turbinenkammern bieten diese Tu binen Vorteile, und sie haben sich in einer Reihe von Au führungen mit insgesamt rd. 50 000 PS auch hinsichtli des Wirkungsgrades gut bewährt[4]).

Speicher-Wasserkraftwerke mit Pumpenförderung

Die wichtigste Frage d Elektrizitätswirtschaft is die Strommengen für d im Mittel nur zwei Stunden täglich dauernde große Spitze belastung zu erzeugen. Die Verbindung der Kraftwer untereinander, sowie Tarifmaßnahmen haben nicht vi geholfen, und es ist nun der schon in der letztjährig Chronik genannte Weg, künstliche Speicher-Wasserkra werke mit Pumpenförderung zu schaffen, energisch b schritten worden; in Deutschland sind die großen Wer in Niederwartha bei Dresden und in Herdecke an d

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 81 und 449.
[2]) Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt, Götting Bd. 3 (1927).
[3]) Wasserwirtschaft Wien Bd. 20 (1927) S. 516.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1333; Schw. Bauz. Bd. 82 (1923) S. 97.

hr in Bau genommen[5]). In Verbindung mit bestehenden asserkraftwerken sind solche Anlagen ja schon mehr- h ausgeführt worden. Die im letztjährigen Bericht er- vähnte Pumpspeicheranlage am Leitzachwerk ist inzwi- chen fertiggestellt worden und zur Zeit werden an der roßen Talsperre bei Hemfurth, Waldeck, zwei Maschinen- itze mit senkrechter Welle, bestehend aus Stromerzeuger, urbine und Pumpe und ein dritter gleich großer Maschi- nsatz, aber zunächst ohne Pumpe, aufgestellt. Bemer- nswert ist hier das für eine solche Speicheranlage ver- ltnismäßig kleine Gefälle von 23 bis 41 m. Die Leistung r Turbinen beträgt je 7860 PS beim Höchstgefälle und 0 Uml./min. Die für 13,7 m³/s bei 37,5 m Förderhöhe ge- uten Pumpen erhalten verstellbare Leitapparate.

Die Speicheranlage Niederwartha[6]) erhält beim ersten isbau vier Maschinensätze. Das obere und das untere aubecken haben je 1,9 Mill. m³ Inhalt. Der Höhenunter- hied beträgt 140 m. Die Einheiten für das Pumpspei- erwerk Herdecke[7]) sind noch größer. Das Hochbecken ßt 1,77 Mill. m³, so daß bei voller Ausnutzung der vier irbinen mit 180 000 PS Leistung die Betriebzeit für das eicherwerk rd. 4,2 h beträgt.

Das Umschalten von Turbinen- auf Pumpenbetrieb er- lgt selbsttätig durch Druckknopfsteuerung. Der Gesamt- rkungsgrad dieser Pumpenspeicheranlagen liegt zwischen und 65 vH, ist also infolge der vorzüglichen Wirkungs-

Spiralturbine von 21 300 PS bei 193 m Gefäll im Kraftwerk Tepexic in Mexiko; vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 491.

ade dieser großen Turbinen und Pumpen recht hoch. Die sten in Deutschland gebauten Anlagen hatten nicht mehr s rd. 49 vH Gesamtwirkungsgrad[8]).

Freistrahlturbinen Während bisher das Verhältnis vom Strahldurchmesser zum Durchmes- r des Laufrades mit $d/D = 0{,}1$ als Grenze galt, wurde bei euren Ausführungen $d/D = 0{,}13$ erreicht und die Strahl- cke bis $d = 250$ mm heraufgedrückt. Im Schwarzen- chwerk konnte die Leistung lediglich durch günstige haufelkonstruktion und Vergrößerung des Strahldurch- essers um rd. 25 vH erhöht werden. Die größte Lei- ung in einem Strahl werden die kürzlich bei Escher, yss & Cie. für das Vermuntwerk der Jllwerke A.-G., regenz, bestellten Freistrahlturbinen aufweisen, die bei iner Düse und 220 mm Strahldurchmesser 31 800 PS bei 8 m Gefälle leisten sollen. Wirkungsgrade bis zu 89,2 vH urden an den Freistrahlturbinen des Achenseekraft- erkes[9]), ausgeführt von Voith, Heidenheim, gemessen bei 5 m Gefälle, 15 300 PS Leistung und 500 Uml./min.

[B 1379] Oesterlen

[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 937 u. 938.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 837 u. 938; Wasserwirtschaft Wien Bd. 20 (1927) 520; ETZ Bd. 48 (1927) S. 945.
[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 937, Wasserkraft und Wasserwirtschaft Bd. 22 27) S. 243 u. 293.
[8]) Z. Bd. 53 (1909) S. 1829; Z. Bd. 60 (1916) S. 314.
[9]) Z. Bd. 72 1928) S. 389.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung

Im Jahre 1927 haben die Elektrizitätswerke der Vereinigten Staaten von Amerika 75 Milliarden kWh erzeugt, davon etwa 35 vH in Wasserkraftanlagen, deren Leistung 12 Mill. PS erreicht; die Leistung aller ausgebauten Wasserkräfte der Erde beträgt 33 Mill. PS. In Deutschland macht der Anteil der Wasserkraftwerke kaum 20 vH aus, in Frankreich rd. 30 vH, dagegen schrumpft der Anteil der Wärmekraftwerke an der Elektrizitätserzeugung in Österreich auf 30 vH, in Italien auf rd. 5 vH zusammen. Die Schweiz erzeugt 3,5 Milliarden kWh bis auf ⅛ vH aus Wasserkräften und führt jährlich eine Milliarde kWh aus; die Schweizer Bahnen verbrauchen jährlich rd. 500 Mill. kWh.

Betriebstetigkeit Zusammenschluß der Großkraftwerke, Leistungsaustausch und Spitzendeckung, Nah- oder Fernversorgung stehen heute im Vordergrund. In den Vereinigten Staaten von Amerika, wo der Zusammenschluß der Werke schon weit fortgeschritten ist, haben die größten Städte, wie New York und Chikago, Dampfturbo-Großkraftwerke, die an einem Fluß oder einem See liegen; von ihnen führen Erdkabel, neuerdings für Spannungen bis 132 kV, ins Stadtinnere, wo der Drehstrom von 25 oder 60 Hertz meist in Gleichstrom umgeformt und elektrisch gespeichert wird. Paris hat reine Nahversorgung aus drei im Norden der Stadt gelegenen Dampfkraftwerken mit 1 000 000 kW und drei im Süden mit 500 000 kW, wozu das neue Dampfkraftwerk Vitry mit 400 000 kW kommt; in jüngster Zeit ist eine Fernverbindung für 90/150 kV von dem 300 km südlich im Massif Central gelegenen Wasserkraftwerk Eguzon mit sechs Turbinen von je 15 000 PS und mit dem nördlich gelegenen Beauvais hergestellt worden. Berlin, das nach dem Krieg im wesentlichen zur Fernversorgung aus den Großkraftwerken der Elektrowerke, A.-G., im mitteldeutschen Braunkohlengebiet übergegangen war, hat jüngst das Kraftwerk Charlottenburg durch den Einbau von Vorschaltturbinen erweitert und das Großkraftwerk Klingenberg[1]) mit 300 000 kVA neu errichtet, neben Génevilliers bei Paris das größte Kraftwerk Europas; es hat die größten Dampfturbinen Europas mit 100 000 kVA Einzelleistung.

Spitzendeckung Die Pufferung mit Schwungrädern ist nur ganz vereinzelt ausgeführt, dagegen haben die Elektrizitätswerke Hamburg-Barmbeck, Mittelsteine, Altona (Bahnwerke), Leipzig Nord, Pforzheim und Lungwitz den Ruthsspeicher zur Spitzendeckung eingeführt; Heißwasserspeicher sollten in keinem Kraftwerk fehlen[2]). Den besten Ausgleich erzielt man durch den Zusammenschluß verschiedenartiger Netze, die Licht-, Wärme- und Kraftanlagen häuslicher, gewerblicher und industrieller Art sowie Bahnen versorgen. Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk und die Sächsischen Werke, die ihr Braunkohlenwerk Böhlen bei Leipzig sowie einige Wasserkraftwerke und Freiluftschaltanlagen jüngst in Betrieb genommen haben, erstreben eine erhöhte Betriebsicherheit und einen weitgehenden Energieausgleich durch Errichtung großer Pumpspeicherwerke bei Hengstey und bei Niederwartha, wobei in beiden Fällen aus Kohlen erzeugter Strom gespeichert wird.

In wichtigen Verbrauchspunkten werden bei Fernversorgung zum raschen Einspringen bei Störungen und zur Spitzendeckung Großdieselmaschinen, z. B. zwei für je 8250 kW im Werk Hennigsdorf des Märkischen Elektrizitätswerks, aufgestellt oder Dampfturbosätze in Verbindung mit Ruthsspeichern und Elektrodampfkesseln, wobei die Stromerzeuger dauernd als Phasenregler arbeiten

[1]) Z. Bd. 71 (1927) Nr. 53, Fachheft Großkraftwerk Klingenberg.
[2]) Arch. f. Wärmew. Bd. 8 (1927) Nr. 12, Fachheft Speicherung.

können. Das Bayernwerk beabsichtigt bei Schwandorf ein großes Braunkohlenkraftwerk zu errichten. Den Ausgleich zwischen Kohle und Wasserkraft stellt die 220/380 kV-Fernleitung zwischen dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk und dem Badenwerk bei Rheinau dar; sie ist bereits bis Stuttgart verlängert und soll bis zu den Vorarlberger Wasserkräften, dem Lünerseewerk, das 120 000 PS leistet, und dem Vermuntwerk mit 110 000 PS fortgesetzt werden. Wichtig ist die Netzkupplung, wie sie z. B. im Werk Pfrombach der Mittleren Isar, A.-G., zwischen dem Drehstromnetz mit 50 Hertz und dem Einphasenstromnetz mit 16⅔ Hertz der Reichsbahn durchgeführt ist.

Seit einigen Jahren stellt man in den bedeutenden Wärme- und Wasserkraftwerken eigene, vom übrigen Netz völlig unabhängige Hausstromerzeuger auf, welche den gesamten Eigenbedarf des Kraftwerkes zu decken haben. Sie sitzen entweder mit dem Hauptstromerzeuger auf gemeinsamer Welle, oder bilden besondere Maschinensätze.

In großen Überlandnetzen und Großkraftwerken wird die Stelle eines Lastverteilers geschaffen: An einem „lebenden“ Schaltbild[3]) sind die Stellungen aller wichtigen Schalter durch Leuchtzeichen oder Kopierschalter kenntlich gemacht. Durch Fernmessung werden dauernd die Leistung aller Maschinen und Kraftwerke, der Wasserstand und andere wichtigen Größen angezeigt. Der Lastverteiler trifft mit Hilfe eines zuverlässigen Erdkabel- oder Hochfrequenz-Fernsprechers alle Betriebsmaßnahmen, bei ihm laufen alle Meldungen über Wasserverhältnisse, Gewitter, Kraftbedarf zusammen; neuerdings werden von ihm einzelne Anlagen durch Fernsteuerung unmittelbar ein- und ausgeschaltet. Diese Meß- und Kontrollwarten haben auch im dampftechnischen Teile der Kraftwerke Nachahmung gefunden[3a]).

Die Sicherheitsmeß- und Kontrollwarte im Bedienungsschaltraum hat die Aufgabe, die Temperatur aller Stromerzeuger und Umspanner und den Zustand der Kühlvorrichtungen anzuzeigen und bei Gefahr Warnungssignale zu geben, ja es können selbsttätig Löschapparate mit Kohlensäure oder Dampf zur Wirkung gebracht werden.

Wärmekraftwerke Die schwierigsten und wichtigsten Aufgaben der Dampfkraftwerke harren heute im Kesselhaus der Lösung. Die Feuerungsregler[4]) und Kesselkontrollapparate, die von der Vereinigung der Elektrizitätswerke eingehend studiert werden, sowie die mit Kohlentrocknung und Luftvorwärmung versehene Kohlenstaubfeuerung, die bezüglich Feuerraum und zentraler oder einzelner Mahlanlage noch weiterer Verbesserungen bedarf, ferner die Aschenbeseitigung durch Spülapparate, z. B. Bauart Rothstein, haben den Kesselhausbetrieb völlig selbsttätig und auch bei Schwankungen wirtschaftlich gestaltet. In den Vereinigten Staaten arbeiten Anlagen von über 2 600 000 kW mit Kohlenstaubfeuerung. Vielfach versieht man Rostfeuerungen mit einer Zusatzstaubfeuerung, die Mahlanlage wird auch mit Windsichtern ausgestattet. Zum Niederschlagen der feinen Flugasche in den Abgasen der Staubfeuerungen werden Elektrofilter eingebaut, und mit Magnetscheidern (Krupp) wird Verbrennliches aus den Rückständen herausgeholt. Das Großkraftwerk Mannheim hat als erstes öffentliches Elektrizitätswerk eine Hochdruck-Dampfanlage für 100 at und 470 ° bestellt; im amerikanischen Lakeside-Kraftwerk arbeitet man mit 95 at und 385 °. Bei den Siemens-Schuckertwerken, Berlin-Siemensstadt, dient ein Bensonkessel in Hochofenbauart zum Betrieb von Escher Wyss-Turbinen mit 90 und 180 at. Das Eisenwerk Witkowitz hat einen Löffler-Schlangenkessel aufgestellt, der eine Viergehäuseturbine der Ersten Brünner Maschinen-Fabriks-Gesellschaft mit 18 000 kW bei 120 at und 500 ° betreiben soll. Auch Brown, Boveri & Cie. haben einen mehrfachen Schlangenröhrenkessel für Spitzendeckung entwickelt. Die Deep Water Station New Jersey erhält zwei Turbosätze von je 53 000 kW bei 84 at und 390 ° und dazu eine 12 000 kW-Haus-Gegendruckturbine.

Der Wettlauf um den höchsten Dampfturbinen-Wirkungsgrad hat mit 84 bis 87 vH, bezogen auf das adiabatische Wärmegefälle und die Turbinenkupplung, sein Abschluß gefunden. Mit großem Erfolg werden ält Dampfturbinen umgebaut; solche Umbauten zur Verbes rung des Wirkungsgrades kommen auch bei Wass turbinen vor. In Neuanlagen mit Hochdruck und hol Überhitzung, mit Zwischenüberhitzung und Regenerat verfahren erzeugt man schon mit 3500 bis 4000 kcal Bre stoff 1 kWh an den Sammelschienen, netto nach Abz aller Verluste im Kessel- und Maschinenhaus. Im Ja 1928 wird in der Dutch Point Station, Hartford, U. S. ein Quecksilber-Dampfturbosatz von 10 000 kW in Betri genommen, wobei man auf 3000 kcal je kWh herunt kommen kann.

Die städtischen Wärmekraftwerke bildet man imm mehr als Fernheizwerke aus zur Lieferung von Nied druckdampf für Raumheizung und gewerbliche Zweck In Forst (Lausitz) und Brünn (Mähren) wird man r der Zeit stündlich 150 000 kg Dampf an eine große Za Tuchfabriken abgeben und in Brünn vorher eine Abfa leistung von rd. 16 000 kW gewinnen. Das durch Abga geheizte Kühlwasser von Öl- und Gasmaschinen dient ebe falls Heizzwecken (Schwerin). Auch Schwelanlagen n Gewinnung der Nebenerzeugnisse sind in jüngster Z den Kraftwerken angegliedert worden. Der größte Ga maschinensatz der Welt von 10 000 kVA ist kürzlich b den Vereinigten Stahlwerken, A.-G., aufgestellt worde auch die Leunawerke der I.-G. Farbenindustrie hab große Gasmaschinen bestellt. Die Kupplung von Wärm und Kraftanlagen und die Gewinnung von Abfall- u Überschußenergie macht Fortschritte. Die Anlage in d Nestomitzer Zuckerraffinerie[5]) hat die sechste Kampag hinter sich und hat in jeder Kampagne über 10 Mill. kW ins Überlandnetz geschickt. Die Vereinigten Färbereie A.-G., Reichenberg, stellen eine Entnahmeturbine au welche 1500 bis 2000 kW ins städtische Netz liefert. drei Zementfabriken der Tschechoslowakei hat man zu Ausnutzung der Ofenabgase Abhitzekessel aufgestel die ununterbrochen etwa 3000 kW in Dampfturbine erzeugen, so daß noch Überschußstrom an Überlandnet abgegeben werden kann. Auch die Abgase der Natro zellstoff-Herstellung macht man in gleicher Weise nutzba

Wasserkraftwerke Am Rhein-Main-Donau-Kanal i das Kachletwerk bei Passa in Betrieb gekommen, und auf der Rheinstrecke Bodensee Basel ist der Bau des Kraftwerkes Ryburg-Schwör stadt, das drei Kaplanturbinen von je 30 000 PS, d größten der Welt, bergen wird, seitens badischer u schweizerischer privater und staatlicher Gesellschaften Angriff genommen worden[6]). Die Elektrizitätswerk Schweinfurt und Kempten haben lotrechte Turbinen m Stirnradübersetzungen 1 : 12 und 1 : 10 eingebaut. Pelto räder werden oft fliegend auf die Stromerzeugerwelle g setzt; die Firma Kolben, Prag, baut auch ein Francisra für 11 000 PS bei 92 m Gefälle und 500 Uml./min für d Firma Spiro in Südböhmen fliegend an die Stromerzeuge welle. Die Frage der Hohlraumbildung beim Wasserei oder -austritt bereitet immer wieder Schwierigkeiten u hängt vom Sauggefälle und der spezifischen Drehzahl a Rechenputzmaschinen haben sich an vielen Orten vortei haft gezeigt, ebenso Entsandungsanlagen und Streichwän vor dem Einlauf. Holzrohre finden immer mehr Eingan

In Tirol ist das Achenseewerk[7]), das sowohl dre phasigen Überlandstrom wie einphasigen Bahnstrom e zeugt, im September 1927 in Betrieb gekommen und liefe einen großen Teil seiner Energie auf einer 120 kV-Leitun an das Bayernwerk. Zur Erweiterung sind zwei weite Wasserturbosätze mit AEG-Stromerzeugern von 25000 kVA bei 500 Uml./min bestellt. Die ganze Schalt- u Umspannanlage für 120 und 55 kV steht im Freien. Au den Wasserkraftanlagen sind eine Reihe von Pumpspeiche werken angegliedert worden, z. B. in den Leitzachwerke bei München, in Reutlingen, Hemfurth, im Schwarzenbac werk, bei den Gosauwerken in Oberösterreich, in de Schweiz bei dem Wäggitalwerk und dem Kraftwerk Tremo

[3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 394. [3a]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1891.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1177.

[5]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 861.
[6]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 81
[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 389.

gio mit 920 m Gefälle. Nach Fertigstellung der beiden Bahngruppenwerke ist in der Schweiz das Speicherwerk Handeck-Innertkirchen im Oberhaslital mit stehenden Turbinen und Oerlikon-Stromerzeugern von je 28 000 kVA und 500 Uml./min bemerkenswert, im Anschluß an die beiden über 1800 m hoch gelegenen Seen, den Gelmer- und den Grimselsee. Die schweizerische Sammelschiene für 150 kV ist durch das Unterwerk Töß, einen leichten Hallenbau aus Wellblech, mit Anschluß nach Wäggital und Beznau ergänzt worden.

In Frankreich, wo der Ausbau der Wasserkräfte infolge der Geldknappheit und der hohen Anlagekosten gehemmt wurde, ist namentlich im Zusammenhang mit dem elektrischen Betrieb der Vollbahnen in den Pyrenäen wie in den Alpen und im Massif Central eine Reihe Wasserkraftanlagen entstanden, wobei die Bahngesellschaften verpflichtet sind, den Bahnstrom ausschließlich aus den Hochspannungs-Drehstromnetzen mit 50 Hertz zu entnehmen. Der Ausbau des großen elsässischen Kanals zwischen Basel und Straßburg ist mit der Staustufe Kembs unterhalb Basel begonnen worden, wo acht stehende Turbinen von je 12 000 PS eingebaut werden.

Geradezu überwältigend wirkt die Entwicklung der Wasserkräfte in Italien, wo schon über 3 Mill. PS ausgebaut sind. In Kardaun bei Bozen entsteht ein Kraftwerk mit fünf lotrechten Turbinen von je 45 000 PS, am Ponale bei Riva unter Benutzung des Ledrosees eine Anlage mit zwei Turbinen für je 30 000 PS. Um Chiavenna werden sieben Werke mit zusammen 270 000 kW im Anschluß an den Truzzosee und den künstlichen Splügensee in mehr als 2000 m Höhe gebaut; das Werk Mese mit drei Turbinen für je 30 000 kVA ist seit 1927 im Betrieb. Die Società Terni (Umbria) baut in Galleto ein Werk mit sechs stehenden Maschinen von je 50 000 PS. Das jüngst eröffnete Werk Sila in Calabrien mit 123 000 kVA im vollen Ausbau versorgt mit 150 000 V Tarent und Bari. Auf Sardinien ist die Tirsosperre erstanden, in Sizilien der Stausee Piana dei Greci mit dem Kraftwerk bei Palermo, das gleichzeitig der Bewässerung der Conca d'oro dient. Über die ganze Halbinsel sind zur Aushilfe und Spitzendeckung Dampfkraftwerke mit Dampfturbosätzen von 10 000 bis 30 000 kW Leistung bei 26 bis 35 at Druck und 400° Überhitzung verteilt: Capuano di Napoli, Mazocco di Livorno, Marghera de Venezia, Piacenza (Adamello), Turbigo (Lombarda) und Genua (Concenter) sowie eine Reihe städtischer Werke wie Mailand (Edison). Zur Verbindung der Werke untereinander dient ein umfangreiches Höchstspannungsnetz, das im Werk Kardaun 252 kV, die höchste bisher verwendete Spannung, erreicht; es werden dort drei Freiluftumspanner für je 36 000 kVA aufgestellt, deren Ölkühler mit Druckluft gekühlt werden. Den Zusammenschluß bewirken große Schaltwerke wie Brugherio bei Mailand, Arquata Scrivia bei Genua, Bologna, Mezzocorona unweit Bozen, in welchen häufig auch Periodenumformer für 42 und 50 Hertz, aber auch für dreiphasigen Bahnstrom mit 16⅔ Hertz aufgestellt sind. Das Eisenfachwerk einzelner italienischer Freiluft-Schaltanlagen wird neuerdings durch Eisenbetongerüste ersetzt.

In Norwegen ist das Wasserkraftwerk Nore mit Peltonrädern von 36 600 PS bei 300 Uml./min zu erwähnen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika kommt im Jahre 1928 das Conowingo-Werk mit elf lotrechten Einheiten zu je 40 000 kVA, 81,8 Uml./min bei 27 m Gefälle in Betrieb; auf das Turbinenhaus ist eine Freiluft-Schaltanlage für 220 kV mit Umspannern von 3 × 26 667 = 80 000 kVA aufgebaut. Die Big Creek Anlage Nr. 2 A in Kalifornien erhält zwei Peltonräder zu je 56 000 PS und 250/300 Uml./min bei 50 und 60 Hertz, das Great Falls-Werk bei 17 m Gefäll eine Propellerturbine von 28 000 PS, Bauart Moody, und eine zu 31 500 PS, Bauart Bell, bei 138 Uml./min. Ein Wasserkraftwerk mit Turbinen für je 28 500 PS arbeitet bedienungslos mit Fernsteuerung. Die in letzter Zeit erfolgten Dammbrüche mit ihren Verheerungen mahnen zur Vorsicht, zur gründlichen wissenschaftlichen Projektierung und sorgfältigen Ausführung.

Zur Ausnutzung der Gezeiten und der Meereswärme sind in Frankreich, England und Amerika ernste Pläne und Versuchsanlagen ausgearbeitet worden.

Leitungen Die Weitspann-Bauart setzt sich allgemein durch, häufig mit drei oder sechs Leitern in einer wagerechten Ebene. Getränkte Holzmaste mit ungeerdeten Befestigungseisen sind Störungen viel weniger ausgesetzt als Eisenmaste, so daß in Amerika Holzmaste selbst für Spannungen bis 150 kV Verwendung finden, und zwar drei Einzelmaste oder Tormaste (zwei parallele Maste mit Querbalken); auch die Querarme der Eisenmaste macht man aus getränktem Holz. Eisenbetonmaste kommen ebenfalls mehr zur Verwendung, in Italien selbst für 135 und 250 kV. Bei den Höchstspannungen benutzt man Hohlseile[8]). Auf Grund des neuen Elektrizitätsgesetzes wird ganz England mit einem Drehstromnetz von 135 kV (gridiron) überzogen, das im allgemeinen für 50 000 kVA bestimmt ist.

Für wichtige Leitungen, namentlich bei Rauhreif, ist schon von 20 000 V an nur der Hängeisolator als kittloser Kappenisolator am Platze (Kleinhänger). Um Flugzeugen die Hochspannungsleitungen kenntlich zu machen, sollen an diese Fernleitungen Röhrenlampen auf allen Masten angeschlossen werden.

Zur Versorgung von Kassel und Magdeburg sind verseilte Drehstromkabel für 60 kV verlegt worden, zwischen dem Großkraftwerk Franken und Nürnberg Einleiterkabel für 100 kV. Vielfach werden ganze Überlandnetze mit 10 bis 30 kV völlig verkabelt, z. B. in Holland.

[B 1346] Niethammer

[8]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1014.

Elektrische Maschinen und Geräte

Maschinen und Umspanner Das schnelle Anwachsen des Verbrauches elektrischer Energie in Amerika — zur Zeit werden dort je Kopf der Bevölkerung im Jahr rd. 700 kWh verbraucht — hat die amerikanischen Kraftwerke und Maschineneinheiten zu gewaltiger Größe anwachsen lassen. Für das Hell-Gate-Kraftwerk in New York sind zwei Zweiwellensätze von je 160 000 kW im Bau, von denen der eine aus einem 88 500 kVA-Stromerzeuger mit 1800 Uml./min und einem für 100 000 kVA[1]) bei 1200 Uml./min, der andre Satz aus zwei Stromerzeugern für je 94 000 kVA bei 1800 Uml./min besteht. Weiterhin ist ein Zweiwellensatz von 165 000 kW für die Philo-Power-Station der Ohio Power Co. und einer mit drei Wellen und 208 000 kW für die State Line Generating Co., Indiana, bei 1800 Uml./min, 60 Hertz und 22 000 V Klemmspannung, sowie ein Einwellensatz für 160 000 kW, 1500 Uml./min und 25 Hertz in Auftrag gegeben worden. Im Bau befindet sich außerdem noch eine Maschine von 100 000 kVA bei 1500 Uml./min und 50 Hertz.

In Deutschland sind drei Zweiwellen-Maschinensätze des Großkraftwerkes Klingenberg[2]) mit einer Leistung von je 80 000 kW, bestehend aus zwei Stromerzeugern von je 44 000 kVA bei 1500 Uml./min, 50 Hertz, in Betrieb gekommen. Von zweipoligen Stromerzeugern für 3000 Uml./min, 50 Hertz, ist einer für 40 000 kVA in Betrieb gesetzt worden, während einige für je 50 000 kVA sich im Bau befinden.

Die Umlaufkühlung hat sich überall durchgesetzt. Zur Verminderung der umlaufenden Kühlluft hat man Anordnungen entworfen, die die Kanäle verkürzen, wodurch der Ersatz der Kühlluft durch ein wirksameres Kühlgas, z. B. Wasserstoff, wirtschaftlich werden kann. In Amerika hat man mit Erfolg die Eigenlüftung der Turbostromerzeuger durch Fremdlüftung mittels besonderer Lüfter ersetzt und dadurch den Wirkungsgrad erhöht; dabei hat man auf möglichst gedrängten Zusammenbau Wert gelegt. Die Rückkühler liegen hierbei manchmal oberhalb des Stromerzeugers.

Je größer die Maschineneinheiten sind, desto größer muß die Betriebsicherheit sein. Schnellentregung bei Kurzschlüssen und andern Störungen sowie Schutzeinrichtungen, die schon bei entstehenden Erd- und Kurzschlüssen den Stromerzeuger abschalten, sind entwickelt worden.

Bemerkenswert ist die Anwendung des Schweißens auch im deutschen Elektromaschinenbau[3]). Beispiele ge-

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 129.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1869.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1456 u. 1760.

schweißter Gehäuse elektrischer Maschinen waren auf der Werkstoffschau Berlin 1927 ausgestellt; man benutzt vielfach selbsttätige Schweißvorrichtungen.

Von Stromerzeugern für Wasserturbinen sind in Süddeutschland und Italien solche für 35 000 und 45 000 kVA abgeliefert worden. In Deutschland befinden sich einige Stromerzeuger für 30 000 kVA bei 150 Uml./min für das neue Shannon-Kraftwerk in Irland im Bau.

Für die Kupplung von Netzen verschiedener Frequenz sind sowohl in Amerika — für Leistungen bis 40 000 kVA — als auch in Europa beachtenswerte Maschinensätze zur Aufstellung gekommen. In Deutschland gewinnen die Netzkupplungssätze Bedeutung für den Belastungsausgleich zwischen den Kraftwerken von 50 Hertz und den Bahnkraftwerken von 16²/₃ Hertz. Hierbei verwendet man Umformersätze, die aus einer Synchronmaschine, gekuppelt entweder mit einer Asynchronmaschine mit Drehstrom-Erregermaschine bezw. -Hintermaschine oder mit einer andern Synchronmaschine, bestehen. Im letzten Falle muß der Ständer der einen Synchronmaschine zur Einstellung der Belastung drehbar sein. Ein solcher Satz für 10 000 kVA und 500 Uml./min ist in Deutschland gebaut und in Moskau aufgestellt worden.

Beachtliche Größe erreichen auch die Blindleistungsmaschinen entweder in der Form von Synchronmaschinen — in Amerika Einheiten bis 50 000 kVA — oder von Asynchronmaschinen mit Drehstrom-Erregermaschinen. Sie dienen in ausgedehnten Hochspannungsnetzen zum Ausgleich der Phasenverschiebung und gleichzeitig zur Spannungsreglung.

Die Anschlußbedingungen der deutschen Elektrizitätswerke verbieten immer noch den Anschluß großer Kurzschlußanker-Motoren, damit keine „Lichtzuckungen" als Folge des Einschaltstromstoßes auftreten. Über die Anlaßverhältnisse bei Verwendung von Anlaßriemenscheiben haben eine eingehende Aussprache und umfangreiche Versuche mit verschiedenen Anlaßriemenscheiben stattgefunden. Beachtlich erscheint dabei eine Auffassung, die in dem Satz zusammengefaßt ist: „Kurzschlußmotoren sind überall dort erlaubt, wo ihre Anwendung zu keiner wirklichen Störung führt." Im Sinne dieser Bestrebungen liegt es auch, daß der Boucherot-Motor in verschiedenen neuen Formen als Wirbelstromanker-Motor und als Doppelnutmotor wieder gebaut wird.

Das Streben nach möglichster Ausnutzung der Werkstoffe zur Ersparnis von Eisen, Kupfer, Fracht und Zoll hat die Elektroindustrie veranlaßt, neue Reihen von Drehstrommotoren für kleine Leistungen zu entwickeln, die meist in Fließarbeit hergestellt werden.

Zum Fördern von Flüssigkeiten aus Bohrlöchern ist ein Tauchmotor (Drehstrommotor) entwickelt worden, der in das Bohrloch eingesenkt werden kann.

Zur Spannungsreglung in Hochspannungsnetzen dienen Sonderausführungen von Umspannern mit Stufenschaltern. Für die stufenlose Spannungsreglung ist entsprechend dem Drehumspanner ein Schubumspanner[4]) entwickelt worden, bei dem auf einem zwischen Jochen verschiebbaren Kern die Sekundärwicklung aufgebracht ist; in den beiden Endstellungen ist sie mit entgegengesetzt wirkenden Primärwicklungen verkettet, so daß in diesen Endstellungen entgegengesetzte Spannungen und in den Zwischenstellungen entsprechende Zwischenwerte dieser Spannungen induziert werden.

Quecksilbergleichrichter für 1200 kW bei 800 V finden in größerer Anzahl in den bedienungslosen Gleichrichterwerken der Berliner Stadt- und Ringbahn Verwendung.

Schalt-, Schutz- und Meßgeräte Zur Erforschung der Vorgänge in Ölschaltern hat man Aufnahmen mit der Zeitlupe[5]) gemacht. Andre Versuche haben zur Entwicklung neuer Hochleistungs-Ölschalter[6]) geführt. Bemerkenswert sind ferner Versuche mit Schaltern in Luftleere[7]). Für die Untersuchung und Prüfung von Hochleistungsschaltern stehen amerikanischen Firmen schon jetzt Prüfstromerzeuger mit Leistungen bis 100 000 kVA zur Verfügung. Auch in Deutschland sind Prüfstromerzeuger erheblicher Größe in Betrieb und für 100 000 kVA im Bau. Außerdem ist eine Studiengesellschaft für die Erforschung aller diesbezüglichen Fragen in Anlehnung an die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen gegründet worden.

[4]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 615. [5]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 1278.
[6]) ETZ Bd. 48 (1927) S. 1137.
[7]) Jorn. Am. Inst. El. Eng. Bd. 45 (1926) S. 1203.

Die Gleichstrom-Schnellschalter für Einankerumformer und Gleichrichter sind fortentwickelt worden. Kleinselbstschalter sind mit thermischer Verzögerung versehen worden, damit sie nicht schon bei dem Einschaltstromstoß von Metallfadenlampen und Motoren ausschalten; sie treten in fühlbaren Wettbewerb mit den Schmelzsicherungen. Neue Sicherungen mit verkleinertem Edisongewinde und Sparpatronen ermöglichen billigere Herstellung der Sockel und Einsätze für Schmelzsicherungen.

Der Kathodenoszillograph hat hohe Vollkommenheit erreicht und verspricht, Aufklärung über viele Fragen der Hochspannungstechnik zu bringen. Der Klydonograph, der Überspannungserscheinungen in der Form von Lichtenbergschen Figuren auf einen laufenden lichtempfindlichen Film aufzeichnet, hat auch in Deutschland Eingang gefunden und scheint für die Betriebsüberwachung ein unentbehrliches Hilfsmittel zu werden.

Zur Ausnutzung von Doppel- und Mehrfachtarifen für Kleinabnehmer, z. B. zur Verrechnung billigen Nachtstromes, sind einfache Zeitschalter ausgebildet worden. Eine neue Bauart enthält an Stelle des Uhrwerkes einen kleinen selbstanlaufenden Synchronmotor. Gleichbleibende Frequenz ist dafür notwendig; kleine Abweichungen müssen im Kraftwerk von Zeit zu Zeit ausgeglichen werden.

Isolatoren Die Werkstoffschau Berlin 1927 hat eine vollständige Sammlung der verschiedenen Isolatoren aus Porzellan, Steatit, Steinzeug und Hartpapier gezeigt. Besonders fielen auf: eine 5,10 m lange Durchführung aus Sillimanit für 220 kV und eine 5,30 m lange Durchführung aus Porzellan für 500 kV.

Leider ist die Zahl der Isolatorenformen immer noch sehr groß, obschon bei dem gegenwärtigen Stande der Isolatorentechnik eine gewisse Normung möglich wäre, die sowohl für die Porzellanfabriken, wie für die Elektrizitätswerke große Vorteile brächte. [B 1380]

Reinisch

Kältetechnik

Kälteerzeugung Die größte Kühlanlage in Deutschland, die in der Glaubersalzfabrik des Werkes Kaiserroda der Kali-Industrie A.-G., Kassel, errichtet wurde, hat einen Ammoniak-Verbundkolbenkompressor von 3,5 Mill. kcal/h (Sulzer) und einen dreigehäusigen, fünfzehnstufigen Ammoniak-Turbokompressor von 6 bis 8 Mill. kcal/h Kälteleistung (Brown Boveri & Cie.)[1]).

Die Haushalt-Kältemaschinen finden nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa wachsende Verbreitung. Als neue Bauart ist ein Membran-Kompressor von Corblin (Paris) hinzugekommen[2]). Bei den Absorptionsmaschinen wird neben dem flüssigen binären Gemisch Wasser + Ammoniak vielfach ein festes Gemisch aus Chlorkalzium oder aktiver Kohle mit Ammoniak verwendet[2]). Die Selbsttätigkeit der Haushaltmaschinen und kleingewerblichen Kühlanlagen hat man weiter vervollkommnet.

F. Simon, Berlin, hat ein neues Verfahren zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen angegeben, das auf der Ausnutzung der Adsorptionswärme beruht[3]).

Kälteverwendung Feste Kohlensäure wird in Amerika industriell hergestellt und für besondere Zwecke statt gewöhnlichen Eises gebraucht[4]). Die höheren Herstellungskosten werden durch höhere Kälteleistung der Gewichtseinheit, höheres spezifisches Gewicht, bessere Raumausnutzung und Fortfall des Tauwassers wettgemacht. Mit der Einführung dieses Kühlmittels in Europa muß gerechnet werden.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1145.
[2]) Plank, Haushaltkältemaschinen, Berlin 1928, Julius Springer.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1304, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Bd. 34 (1927) S. 217.
[4]) „Industrial and Engineering" Chemistry Bd. 19 (1927) S. 192.

Die Leistung der deutschen Fischgefrieranlagen nach der Bauart von Ottesen in Wesermünde wurde vervielfacht. Größere Anlagen dieser Art sind in Frankreich und an der Pazifischen Küste Amerikas in Betrieb gekommen. Daneben ist in Amerika ein neues Schnellgefrierverfahren entwickelt worden, bei dem die Fische mit der Sole nicht in Berührung kommen. Eine solche Anlage steht in Gloucester, Mass.[5]).

In Berlin wurde das „Capitol"-Kino als erstes in Deutschland mit einer Kältemaschine zur Kühlung der Raumluft ausgerüstet[6]).

Auf dem Gebiet der tiefsten Temperaturen wird die Zerlegung des Koksofengases zur Ausbeute des in ihm enthaltenen Wasserstoffs in steigendem Maße durchgeführt[7]). Der gewonnene reine Wasserstoff wird für die Ammoniaksynthese und zur Fetthärtung verwendet. Die ersten Anlagen dieser Art sind in Belgien und Frankreich gebaut worden; neuerdings hat die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen solche Anlagen auch in Deutschland aufgestellt.

[B 1403] R. Plank

[5]) Fishing Gazette, Review Number (1927) S. 33.
[6]) Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Bd. 35 (1928) S. 50.
[7]) ebenda Bd. 34 (1927) S. 205.

Turboverdichter von 6 bis 8 Mill. kcal/h und Kolbenverdichter von 3,5 Mill. kcal/h in der neuen Glaubersalzfabrik des Werkes Kaiseroda der Kali-Industrie, A.-G., Kassel.

Brennstoffe

Marktlage Auf dem Brikettmarkt war die Nachfrage zeitweise so rege, daß alle Bestände geräumt wurden und zeitweise sogar Knappheit auftrat; beträchtliche Erweiterungen der Brikettfabriken und Schwelereien waren die Folge. Der Absatz an Grudekoks läßt allerdings stark zu wünschen übrig und bleibt hinter der vermehrten Erzeugung in neuen Schwelereien zurück. Die Ausnutzung minderwertiger Brennstoffe, wie Torf und Ölschiefer ist fast stehen geblieben; es fehlte der Anreiz, größere Summen in derartigen Betrieben festzulegen.

Kokereiwesen Die Entwicklung im Kokereibau wurde durch Zusammenschlüsse im Ruhrgebiet gefördert. Infolge Erhöhung des Durchsatzes und des Fassungsvermögens hat sich die Ofenzahl verhältnismäßig verringert. Ofenkammern von 4 m Höhe und darüber bei 12 m Länge sind heute keine Seltenheit mehr; die gleichmäßige Beheizung so hoher Wände stellt an die Feuerung hohe Anforderungen. Beachtenswerte Fortschritte hat die mehrflammige Beheizung der Kammern nach den Patenten von Still gebracht. Die neuen Koksöfen sind fast sämtlich für Schwachgasbeheizung eingerichtet, da das Kokereigas andern Zwecken nutzbar gemacht wird. Das Schwachgas wird aus Abfallkoks erzeugt, wenn kein Hochofengas zur Verfügung steht.

Das Koksofengas soll den Ferngasleitungen zugeführt werden. Die großzügigen Pläne der zu diesem Zweck gegründeten A.-G. für Kohleverwertung in Essen sind bekannt. Mit dem Freiwerden des Koksofengases hat eine für die Kohlenzechen neue Entwicklung begonnen, insofern als durch fraktionierte Verdichtung des Koksofengases nach dem Linde-Verfahren der Wasserstoff mit einem für die Ammoniaksynthese geeigneten Stickstoffanteil abgeschieden und zur Herstellung von Stickstoffsalzen verwertet wird.

Eine Fabrik dieser Art erbaute die zur Röchlinggruppe gehörige Zeche Mont Cenis in Westfalen. Weitere Anlagen werden von der Klöckner-Gruppe auf der Zeche Victoria und von den Staatszechen auf der Zeche Hibernia errichtet; die Gruppen Vereinigte Stahlwerke, Harpen, Gutehoffnungs-Hütte und Constantin der Große haben die Firma Kohlenchemie, A.-G., Essen, mit der Absicht gegründet, aus Koksofengas Stickstoff zu erzeugen. In allen diesen Anlagen kommt ein anderes als das von der I.-G. Farbenindustrie, A.-G., in Leuna und Oppau in großem Maß eingeführte Haber-Bosch-Verfahren zur Anwendung.

Schwelanlage der Grube Leopold in Edderitz bei Köthen.

Steinkohlenschwelereien Die Ernüchterung auf dem Gebiet der Steinkohlenschwelung hat angehalten. Der Rundzellenofen der Chemisch-Technischen Gesellschaft, Duisburg[1]), wurde auf Zeche Prosper bei Bottrop erfolgreich in Betrieb genommen und hat nun die Widerstandfähigkeit des Baustoffs in längerem Betrieb zu beweisen. Mit Ausnahme der Schwelanlage nach dem Verfahren der Kohlen-Scheidungsgesellschaft zu Karnap bei Essen, die regelmäßig arbeitet, wurden fast alle Drehschwelöfen in Deutschland niedergerissen; damit sind die darauf gesetzten Hoffnungen endgültig begraben.

Braunkohlenschwelereien Eine neue Entwicklung hat in der Braunkohlenschwelerei eingesetzt, da die Schwelöfen von Rolle den wirtschaftlichen Bedingungen der Gegenwart nicht mehr Rechnung tragen konnten. Unter den neuen Bauarten fand der Schwelofen von Geißen der Firma Kohlenveredlung, A.-G., weite Verbreitung; bis Ende 1927 wurden etwa 30 solche Öfen erbaut, davon einige in Hessen, die übrigen in Mitteldeutschland. Der Tagesdurchsatz

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 61.

eines solchen Ofens entspricht rd. 100 t Rohbraunkohle. Während dieser Ofen vorgetrocknete, von Staub befreite Knorpelkohle verarbeitet, ist der Ofen der Maschinenfabrik Sauerbrey, Staßfut, auf den Durchsatz von mulmiger Kohle oder Staub zugeschnitten. Zwei Öfen dieser Bauart wurden in Mitteldeutschland aufgestellt, sind aber noch nicht im Betrieb.

Im Magdeburger Revier kam eine Spülgas-Schwelanlage der Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik mit einem Tagesdurchsatz von 120 t Rohbraunkohle erfolgreich in Betrieb. Eine Spülgas-Schwelerei nach Seidenschnur-Pape ist im braunschweigischen Bezirk im Bau. Die sonstigen neuen Braunkohlenschwelöfen sind auf Versuchsanlagen beschränkt geblieben. Darunter sind als besonders aussichtsreich zu nennen: der Drehring-Tellerofen von Honigmann-Bartling in München sowie der Rohrzellen-Drehofen von O. Heller der Firma Bamag-Meguin, A.-G., Berlin. Einen Spülgas-Kanalschwelofen hat die Firma Jul. Pintsch, A.-G., für die Reichsbahn zu Muldenstein bei Bitterfeld erbaut; über Bau- und Betriebsweise sowie Leistung ist bis jetzt noch nichts bekannt geworden. Die Bauarten der neuen Schwelöfen dürften aus dem Buch von Thau[2]) bekannt sein.

Gaserzeuger Eine Neuerung von großer Tragweite ist der Wassergaserzeuger nach Winkler, den die I.-G. Farbenindustrie, A.-G., in großzügiger Weise entwickelt hat. Mehrere Anlagen sind auf den Leuna-Werken in ständigem Betrieb. Nach Krauch[3]) kann jeder Gaserzeuger täglich bis zu 750 t mulmige Rohbraunkohle oder andre feinkörnige Brennstoffe auf Wassergas verarbeiten; das Verfahren eröffnet so eine billige Wasserstoffquelle für die chemische und die Gasindustrie.

Die allgemeine Vergasungs-Gesellschaft, Berlin, hat einen neuen Gaserzeuger mit üblichem Drehrost entwickelt, der zwischen Brennstoff und Gaserzeugermantel einen Rohrschlangenkorb zur Erzeugung von hoch gespanntem Dampf enthält. Der erste Gaserzeuger dieser Art in der Münchener Gasanstalt setzt täglich 35 bis 40 t feinkörnigen Gaskoks durch, wobei das Gas nur mit 250 bis 300 °C austritt. Der Dampf hat bei 0,8- bis 1,3facher Verdampfung 20 at.

Lawaczek, München, versucht, Wasserstoff durch elektrolytische Zersetzung des Wassers zu gewinnen. Da der elektrische Strom nur in weniger belasteten Tageszeiten herangezogen wird, so dient die Anlage als Ausgleichpuffer für das Kraftwerk. Der Wasserstoff wird an die städtische Gasanstalt abgegeben und dem Leuchtgas statt Wassergas zugesetzt.

Flüssige Brennstoffe Am 1. April 1927 kam auf den Leuna-Werken eine große Anlage zur Hydrierung von Braunkohle in Gegenwart von Kontaktstoffen in Betrieb, deren Erzeugnis im Laufe des Jahres in den Handel gelangte. Über den technischen Erfolg des Verfahrens, sowie über die Leistungen der Anlage sind widersprechende Nachrichten im Umlauf. Die Deutschen Hydrierwerke, A.-G., eine Tochtergesellschaft der Gesellschaft für Teerverwertung in Duisburg-Meiderich, haben eine Steinkohlen-Hydrieranlage nach Bergius im Bau.

Über Versuche zur synthetischen Darstellung flüssiger Brennstoffe nach Art des Methanol-Verfahrens zur Erzeugung von Methylalkohol, auf die man große Hoffnungen gesetzt hatte, sind keine neuen Ergebnisse bekannt geworden. Das Gleiche betrifft die Erdölsynthese von Fischer, der in einer in Verbindung mit dem Mülheimer Kohlenforschungsinstitut erbauten Versuchsanlage die praktische Brauchbarkeit seines bei gewöhnlichem Druck verlaufenden Verfahrens nachgewiesen hat.

Kohlenstaubfeuerungen Die Erfolge dieser Feuerung im Großkraftwerk Klingenberg haben auch bei Lokomotiven zu einem gewissen Abschluß geführt, der zu großen Hoffnungen berechtigt[4]). Die AEG hat zwei Lokomotiven ihrer Bauart auf einer Eisenbahnstrecke laufen, während eine Studiengesellschaft bei Henschel & Sohn, Kassel, eine Lokomotive ihrer Bauart noch auf dem Prüfstand hat[5]).

[2]) Die Schwelung von Braun- und Steinkohle, W. Knapp, Halle 1927.
[3]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1118.
[4]) Glasers Annalen Bd. 102 S. 45 und 59.

Dampfkraftwerke Die weitere Entwicklung von Dampfkraftwerken wird in erster Linie auf der Dampfseite, insbesondre im Kesselhaus, erfolgen, während die elektrische Seite schon so weit vervollkommnet ist, daß scheinbar kaum wesentliche Verbesserungen des Wirkungsgrades zu erwarten sind. Die Fortschritte der Feuerungen usw. gestatten höhere spezifische Dampfleistungen der Kessel, die in vielen Fällen ohne Erweiterung der Kesselhäuser erhebliche Mehrleistungen der Kraftwerke ermöglichen.

Die Preußische Elektricitäts-A.-G. geht zur Zeit mit dem Plan um, die Kesselleistung im Braunkohlenkraftwerk Borken bei Kassel durch Einbau einer neuzeitlichen Treppenrostfeuerung so hoch zu treiben, daß eine weitere 20 000 kW-Turbine aufgestellt werden kann. Das hat zur Folge, daß der Strom billiger wird. Ein weiterer Ausbau soll derart geschehen, daß auf dem im Kesselhaus verfügbaren Platz für zwei Kessel von 17,5 at und 550 m² Heizfläche zwei Hochdruckkessel für rd. 80 at und je 800 m² aufgestellt werden, die stündlich 80 kg/m² verdampfen. Der Dampf wird in eine Vorschaltturbine geleitet, deren Abdampf in einer weiteren 20 000 kW-Turbine Verwendung finden soll. So wird mit verhältnismäßig geringen Kosten — man braucht nur das Maschinenhaus und die Schaltanlage zu erweitern — die Leistung des jetzigen Kraftwerks von 33 000 auf rd. 80 000 kW erhöht werden. [B 1377] de Grahl.

[5]) „Der Waggon- und Lokomotivbau" Bd. 11 (1928) Nr. 5 S. 65 und Nr. 6 S. 81.

*

Förderwesen

Hebezeuge und Förderanlagen

Aufzüge Der deutsche Aufzugbau befand sich im Jahre 1927 in starker Entwicklung. Die Treibscheibenwinde fand zunehmende Verbreitung. Eine große Anzahl deutscher Firmen hat sich die Schaffung von Konstruktionen zur Feineinstellung von Aufzügen angelegen sein lassen[1]). Die Aufgabe wurde teils rein elektrisch, teils auf mechanischem Wege gelöst. Weiter trat zunehmende Geschwindigkeitssteigerung bei Aufzuganlagen in Erscheinung. Mehrfach wurde die Höchstgeschwindigkeit von 1,5 m/s, die die Reichseinheitsverordnung über Einrichtung und den Betrieb von Aufzügen zuläßt, erreicht, und man ist im Begriff, von der ausnahmsweise auf Antrag zulässigen Überschreitung dieser Höchstgeschwindigkeit Gebrauch zu machen und Geschwindigkeiten bis gegen 2 m/s anzuwenden. Im Hinblick auf die gesteigerten Aufzuggeschwindigkeiten mußten an Stelle der Sperrfangvorrichtung Gleit- oder Bremsfangvorrichtungen entwickelt werden. Amerikanischem Vorgehen entsprechend geht man neuerdings auch bei uns dazu über, Kabinengitter und Schachttüren mittels Druckluft oder elektrisch zu steuern. Bei kleineren Aufzugmaschinen lüftet Flohr die Bremse anstatt durch Lüftmagnete durch Motoren mit Verschiebeanker[2]). Auch die Normung der Aufzüge machte Fortschritte (DIN 1360; 1361 bis 1365; 1369 bis 1373). Auf dem Gebiete der Drahtseile wurde das Drahtseil mit vorgeformten Drähten und Litzen geschaffen.

Förderanlagen im Bauwesen Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Bauens werden zunehmend Fördermittel im Bauwesen eingesetzt. Von der Firma Eisenwerk Weserhütte A.-G., Oeynhausen in Westfalen, wurde zum Verlegen von Kabeln ein auf Raupenketten fahrbarer Bagger mit Gurtförderer entwickelt[3]), ein Gerät, das auch zum Ziehen von Gräben und zum Verlegen von Rohrleitungen benutzt werden kann. Zur Förderung von Beton wird zunehmend das Förderband herangezogen, das gegenüber der Förderung mit Gießrinnenanlagen die Anwendung weniger flüssigen

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1166. [2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1073.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1690.

Betons gestattet und weiterhin den Vorteil der Anordnung niedrigerer Aufzugtürme bietet. Die Entwicklung der von der ATG gebauten Abraumförderbrücken im Braunkohlentagbau, einem dem Bauwesen nahe verwandten Betrieb, hat zu Glanzleistungen der deutschen Fördertechnik geführt, sowohl hinsichtlich der Abmessungen der Förderbrücken als auch ihrer Leistungen[4]). Während die erste Anlage in Plessa für 400 bis 500 m³/h Leistung gebaut worden war, wird für die Brücke der Grube Hansa bereits mit der ungewöhnlichen Leistung von 1400 m³/h gerechnet.

Antrieb In neuester Zeit ging Bleichert dazu über, nachdem man die Überlegenheit des Raupenkettenantriebes zur schienenlosen Fortbewegung von Fördergeräten erkannt hat, auch Brückenkabelbagger auf Raupenfahrwerke zu setzen[4a]). Zum Antrieb von freizügigen Kranen, von Löffelbaggern, Grab- und Fördergeräten der verschiedensten Art wird zunehmend der Verbrennungsmotor angewendet.

Hafenkrane Zur Steigerung der Umschlagleistungen im Kaibetrieb wurden von der Demag im Hamburger Hafen in Weiterentwicklung der Doppelkrane Drillingskrane geschaffen. Auch bei den Wippkranen mit wagerechtem Lastweg beim Wippen entwickelte sich eine neue Form mit dem Ziel der Erweiterung des Arbeitsbereiches solcher Krane[5]).

Gefäßförderung Bei einer jährlichen Steinkohlenförderung Deutschlands von rd. 150 Mill. t ist von größter Bedeutung für unsere Volkswirtschaft, besonders bei den zunehmenden Teufen bis über 1000 m, das Eindringen der in Amerika und Südafrika schon weit verbreiteten Gefäßförderung in den Schachtförderbetrieb unter Verdrängung der bei uns herrschenden weniger leistungsfähigen Gestellförderung. Auf der Königin-Luise-Grube in Oberschlesien ist man imstande, aus einem Schachtquerschnitt, der bei der Gestellförderung eine stündliche Leistung von 90 t gewährleisten würde, bei Gefäßförderung 280 t/h zu fördern[6]). Wenn gegen die Gefäßförderung in Kohlenschächten Bedenken erhoben werden, weil bei diesem Umschlagverfahren das Fördergut in etwas größerem Maße zerkleinert oder zerstückelt wird als bei der Gestellförderung, so ist zu bemerken, daß mit dem Fortschreiten der Verarbeitungs- und Veredelungsverfahren der Kohle, wie Verkoken, Vermahlen, Verschwelen oder Verflüssigen, die Nachfrage nach Feinkohle sich steigern wird (s. a. Bergbau).

Seilschwebebahnen Der Bau von Seilschwebebahnen für Personenbeförderung hat im letzten Jahr einen großen Aufschwung genommen. Es wurden von Bleichert in Betrieb gesetzt die Bahn auf den Pfänder bei Bregenz am Bodensee, die Kranabitsattelbahn bei Ebensee am Traunsee, die Kanzelbahn bei Villach in Kärnten, die Bahn auf die Schmittenhöhe in Zell am See und die Bahn Gerschnialp – Trübseealp bei Engelberg in der Schweiz. Dazu treten noch sechs weitere im Bau befindliche Bahnen, darunter die Predigtstuhlbahn bei Bad Reichenhall, die Hafelekar- und die Patscherkofelbahn bei Innsbruck. Mit Ausnahme der Bahn Gerschnialp – Trübseealp bei Engelberg, die, wie die im Jahre 1913 von Bleichert erbaute Kohlererbahn in Südtirol, den schweizerischen Vorschriften entsprechend, mit zwei Tragseilen und zwei Zugseilen ausgerüstet ist, sind die übrigen Bahnen, die nach dem System Bleichert-Zuegg gebaut sind, mit einem Tragseil, einem Zugseil und einem Hilfsseil ausgerüstet. Sämtliche bis jetzt gebaute Bahnen zeigen eine hohe Benutzungsziffer. [B 1402]

W o e r n l e

[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 341. [4a]) Z. Bd. 72 (1928) Nr. 22 S. 737.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 868. [6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 696.

Pumpen und Kompressoren

Kolbenpumpen Für städtische Wasserwerke sind auch im vergangenen Jahr Kolbenpumpen gebaut worden, wenigstens dort, wo als Antriebmittel feste Brennstoffe (Steinkohle, Braunkohle) verwendet werden müssen. Die Pumpenkolben sind unmittelbar mit den Kolbenstangen der mehrzylindrigen Dampfmaschine gekuppelt. Bevorzugt ist die aufrechte Bauart, wobei der Pumpensatz unter die Dampfmaschine im Schacht zu stehen kommt, wodurch an Saughöhe gespart wird.

Eine derartige Ausführung von außergewöhnlichen Abmessungen zeigt das neue Wasserwerk Hattersheim; jeder Pumpensatz besteht aus drei Differentialpumpen mit 380 und 502 mm Tauchkolbendurchmesser bei 900 mm Hub. Damit lassen sich in der Sekunde 522 l auf 112 m Höhe fördern bei 60 Uml./min. Über der Pumpe steht die Dreifach-Expansions-Maschine von 680 PS, sie ist zwischen 25 und 60 Uml./min regelbar.

Die Kolbenpumpe ist ferner zur Förderung von Schmutzwasser vielfach gebaut worden, wobei als Steuerorgane Klappen dienen. Die Stadt Berlin hat ihre Anlage von neuem erweitert und liegende Pumpen verwendet, die unmittelbar mit Dampfmaschinen gekuppelt sind. Ein solcher Satz fördert bei 60 Uml./min 360 l/s auf 50 m Manometerdruck.

Kreiselpumpen Die fast unbegrenzte Anpassungsfähigkeit dieser Maschine an die verschiedenartigen Bedürfnisse wird heute überall anerkannt und benutzt, wo elektrischer Strom als Kraftmittel zur Verfügung steht. Daher waren die führenden Fabriken auch im vergangenen Jahr befriedigend beschäftigt, um der steigenden Nachfrage zu genügen, sei es für Lieferung kleiner Anlagen für Haus und Garten, sei es für Wasserwerke bis zu ungewöhnlichen Abmessungen.

Daß der Maschinenbau auch auf diesem Gebiet zu immer größeren Abmessungen gedrängt wird, zeigt die im Bau begriffene Speicheranlage Niederwartha bei Dresden. Jede Pumpe soll 10 bis 13 m³/s auf 150 m Höhe fördern, ein solcher Satz verlangt eine Leistung bis zu 32 000 PS. Damit sind die bis jetzt größten Pumpen (im Murgwerk) weit überholt, und bereits spricht man von noch größeren Einheiten, die demnächst in Bestellung gegeben werden sollen. Diese Anlage steht auch in bezug auf den Antrieb einzigartig da; denn sie übernimmt die Aufgabe, den Belastungsausgleich einer Dampfkraftanlage zu besorgen und eine größere Stetigkeit in den Kesselbetrieb zu bringen (vergl. Wasserkraftanlagen und Elektrizitätswerke).

Kolbenkompressoren Der Bedarf an Druckluft ist immer noch im Wachsen begriffen, sowohl für die Zwecke der Kraftübertragung (Werkzeuge) als auch für chemische Vorgänge. In vielen Ländern sind gewaltige Kompressorenanlagen im Bau oder schon im Betrieb, die ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff bis auf 1000 at verdichten, um die synthetische Herstellung von Ammoniak zu ermöglichen (Dünger aus Luftstickstoff). Die letzte Verdichtungsstufe von 300 auf 1000 at erfolgt in einem Zylinder aus geschmiedetem Stahl, der noch besonderer Maßnahmen bedarf, um die Kolbenstange abzudichten und um die Durchlässigkeit des Werkstoffes gegen Gasaustritt zu verhindern.

Turbokompressoren Diese Maschinengruppe ist zu einer gewissen Vollendung gelangt, einschneidende Neuerungen sind kaum mehr zu erwarten. Meistens werden die Gehäuse ohne Mantelkühlung ausgeführt, dafür kommt nach zwei oder drei Stufen ein Zwischenkühler, der seitlich an das Gehäuse angeschlossen ist. Einer der größten Kompressoren ist im Bau begriffen und für Südafrika bestimmt, er soll eine Luftmenge von 2200 m³/min auf 11 at abs. Druck bringen.

Eine neuartige Sonderheit bilden die Aufladegebläse für Dieselmotoren[1]). Der Kompressor gibt Luft von 0,5 at an den Motor ab, der nun ein größeres Brennstoffgewicht zu verarbeiten imstande ist. Dadurch erhöht sich die Motorenleistung um 50 vH und mehr. Das Gebläse erhält seinen Antrieb von einer Abgasturbine, die an die Auspuffleitung des Motors angeschlossen ist.

[B 1279] P. O s t e r t a g

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 421.

Rohstoffgewinnung und -verarbeitung

Bergbau

Die planmäßige Erfassung der einzelnen Betriebzweige durch Zeitstudien und sorgfältige Überwachung hat stark zugenommen und verheißungsvolle Ergebnisse gezeitigt.

Aus- und Vorrichtung, Abbau, Gewinnungsarbeiten, Schachtabteufen Das Bestreben des Steinkohlenbergbaues, durch einen auf wenige hohe Abbaustöße zusammengedrängten, rasch fortschreitenden Verhieb die Streckenunterhaltungs- und Förderkosten zu verringern, hat mehr und mehr auch auf die Gruben mit steilstehenden Flözen übergegriffen, die gleichfalls nach Möglichkeit den Abbau in hohen Stößen durchzuführen suchen[1]).

Die Ausbildung der maschinenmäßigen Bergeversatzvorrichtungen wird nach verschiedenen Richtungen hin — Schüttelrutschen mit Stopfvorrichtungen, Schleudermaschinen, Blasvorrichtungen mit 0,5 bis 1,5 at Überdruck — gefördert. Eine rasch zunehmende Anzahl von Versuchsbetrieben ist zu verzeichnen, doch ist noch keine vollbefriedigende Lösung gefunden worden.

Für den Antrieb der Druckluft-Schrämmaschinen hat sich der Pfeilradmotor durchgesetzt, so daß andre Maschinen nicht mehr gebaut werden. Bei den Gewinnungsarbeiten werden in stark wachsender Zahl Abbauhämmer benutzt, die die Großschrämmaschinen fühlbar zurückzudrängen beginnen. Z. Z. werden im Ruhrbezirk etwa 57 vH der Förderung mit Abbauhämmern und nur 11 vH mit Schrämmaschinen gewonnen. Die Frage der Werkstoffe und der Überwachung der Preßluftwerkzeuge steht andauernd im Vordergrund[2]). Hier hat die Werkstoffschau vielfache Anregungen gegeben. Für den Sonderzweck als Streckenvortriebmaschinen sind mehrere neue Ausführungen von Schrämmaschinen auf den Markt gebracht worden[3]).

Im Braunkohlentiefbau haben sich maschinenmäßige Vorrichtungen für den Streckenvortrieb bewährt; dagegen stößt die Einführung des maschinenmäßigen Schrämbetriebes auf Schwierigkeiten. Der Verbesserung des verlustreichen Bruchbaues wird dauernde Aufmerksamkeit zugewandt.

Für die Schaffung einer Vorrichtung zur Unschädlichmachung des bei der Bohrarbeit in Bergwerken unter Tage entstehenden Staubes hat der Preußische Handelsminister im Verein mit der Reichsknappschaft ein Preisausschreiben (20 000 ℳ) erlassen[4]). Der Ausführung der Schießarbeit wendet man aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit überall erhöhte Aufmerksamkeit zu; im Ruhrbezirk wird — insbesondere auch durch Vorführungen, die von der Versuchstrecke in Derne ausgehen — die Schießmannschaft besser ausgebildet. Vielfach wird die gesamte Schießarbeit einer Grube einem besonders dafür angestellten Ingenieur oder Schießsteiger übertragen. Im Schrifttum ist mehrfach die Frage des Hohlraumschießens und der zweckmäßigsten Besatzverfahren behandelt worden[5]).

Auch im Braunkohlenbergbau unter Tage hat man die Schießarbeit zur Auflockerung der Massen und Vorbereitung der Hackarbeit versuchsweise eingeführt[6]).

Der am 24. Juli 1927 erfolgte Zusammenbruch des mit Tübbings ausgebauten Gefrierschachtes Auguste Viktoria III und der unter ähnlichen Umständen verlaufene Zusammenbruch des Franz Hanielschachtes Nr. 2 vom 25. September 1924 haben beträchtliches Aufsehen erregt und zur Bildung eines behördlichen Untersuchungsausschusses geführt, dessen Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind.

Förderung Die Erkenntnis, daß eine nennenswerte weitere Verbilligung der Förderung durch Einschränkung der Menschenarbeit nur über die Zurückdrängung des kleinen Förderwagens gehen kann, hat in Verbindung mit dem Bestreben, die Zersplitterung der Förderschachtanlagen durch voll ausgenutzte Großförderanlagen zu verringern, das Interesse für die Gefäßförderung auch im Steinkohlenbergbau stark steigen lassen. Allerdings ist es trotz verschiedener ernsthafter Planungen noch nicht zu einer weiteren Ausführung für die Hauptschachtförderung gekommen, doch sind bereits verschiedene Blindschacht-Gefäßförderanlagen teils in Betrieb, teils in der Ausführung begriffen. Auch hat man einen Blindschacht als Rolloch eingerichtet. Der Beschickung dieser Zwischenförderanlagen dient dann die Bandförderung, die auch in flachen Bremsbergen als Ersatz für die Wagenförderung angewendet wird. Es kommen eiserne und Gummibänder in Betracht. Dagegen scheinen die Bemühungen, die Bandförderung auch als Abbauförderung einzuführen, nur dort Erfolg zu haben, wo ansteigend oder über ein welliges Liegendes gefördert werden muß. Auch im Braunkohlenbergbau dringt der Bandförderer vor.

Die Zahl der kleinen Lokomotiven für die Förderung in den Abbaustrecken hat dauernd zugenommen; zur Druckluft ist neuerdings auch die elektrische Sammlerlokomotive getreten.

Zur Beschleunigung der Förderung in den Blindschächten unter Tage sind vielfach Aufschiebevorrichtungen eingebaut worden; die Zahl der Förderungen für zwei Wagen auf jedem Gestell ist in der Zunahme begriffen.

Lademaschinen nach amerikanischem Vorbild haben sich im Steinkohlenbergbau (für Gesteinarbeiten), im Braunkohlentiefbau und im Kalisalzbergbau bewährt[7]); ihre Anwendung macht Fortschritte.

Ausbau Leichte eiserne Stempel wendet man als sogenannte Vorbaustempel zum Stützen der vorläufig eingebauten Hilfskappen vielfach in Abbaubetrieben an. In druckhaften Strecken wird in steigendem Maß Eisenbeton verwendet. Bemerkenswert ist, daß auch der durch hohe Druckfestigkeit ausgezeichnete Basalt jetzt zum Ausbau druckhafter Strecken im Steinkohlenbergbau herangezogen wird.

Aufbereitung, Kokerei, Brikettieren Die amerikanischen Verfahren der trockenen Aufbereitung haben zunehmende Beachtung gefunden.

Im Kokereibetriebe macht sich das Bestreben geltend, durch große Sammelkokereien die Selbstkosten herabzudrücken und zu wesentlich größeren Ofenhöhen überzugehen. Die trockene Kokskühlung hat weiter an Boden gewonnen.

In den Braunkohlenbrikettfabriken hat man teilweise stärkere Staubabsaugung zur Gewinnung von brennfähigem Staub eingeführt und durch vorzeitiges Absieben der Feinkohle beim Trockenvorgang eine gleichmäßigere Trocknung angestrebt. Die elektrische Schlotentstaubung hat weitere Betriebe erobert, während die Schwierigkeiten der elektrischen Innenentstaubung noch nicht beseitigt sind.

Wetterführung An Stelle der mit Drehkolbenmotoren angetriebenen Luttenventilatoren findet der Turbinenantrieb je länger desto mehr Verbreitung[8]). Diese Motoren bedürfen nicht der ausgiebigen Ölschmierung, so daß die damit verbundenen Nachteile (Verschmutzung der Lutten, Festfressen und Gefahr des Funkenreißens bei Ausbleiben der Schmierung) fortfallen.

Beleuchtung Die ausgiebige elektrische Beleuchtung großer Abbauräume findet aus Gründen der Sicherheit und der besseren Überwachung zunehmende Beachtung. Sie erfolgt in Gruben mit Druckluftanlagen auf dem Umwege über einen mittels Druckluftturbine angetriebenen Stromerzeuger.

Tagebau[9]) Die Verwendung von Abraumförderbrücken hat rasche Fortschritte gemacht; ihre Leistungsgrößen sind schnell gewachsen. Für geringere Mächtigkeiten des Deckgebirges werden Kabelbagger zu Hilfe genommen. Bei den Abraumbaggern ist die Eimergröße teilweise auf 700 l und die Schnittiefe auf 27 m erhöht. (Vergl. Förderanlagen.)

---

[1]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 965. [2]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 73.
[3]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1001 u. Bd. 64 (1928) S. 20.
[4]) Deutscher Reichsanzeiger und Preußischer Staatsanzeiger Nr. 304 vom 29. Dezember 1927.
[5]) Z. d. Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins Bd. 66 (1927) S. 364. [6]) „Braunkohle" Bd. 26 (1927) S. 231 u. f
[7]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 1; Z. Bd. 71 (1927) S. 1313.
[8]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1333.
[9]) Im großen und ganzen auf die Braunkohlengewinnung beschränkt.

Jahresschau der Technik 1927/28

Schwimmkran mit Dampfantrieb von 400 t Tragkraft im Hafen von Bari. Spannweite der Brücke 40 m, Abmessungen des Kranschiffes: 60 m Länge, 30 m Breite, 4,4 m Seitenhöhe und 2,8 m Tiefgang bei Vollast.

Drei zu einem Satz vereinigte stehende Differentialpumpen mit 380 und 502 mm Tauchkolbendurchmesser bei 900 mm Hub im Wasserwerk Hattersheim. Förderleistung bei 112 m Förderhöhe und 60 Uml./min 45 120 m³ an einem Tag. Antrieb durch Dampfmaschine von 780 PS mit dreifacher Dampfdehnung.

Jahresschau der Technik 1927/28

Abraumförderbrücke mit eingebauter Baggereinrichtung für 25 m Baggertiefe auf „Gewerkschaft Neurath“, Rheinland.
Gesamtlänge rd. 210 m, Stützweite 160 m; Leistung 800 m^3/h gewachsener Boden; Baustoff Stahl St. 48.

Sieben Hochöfen, Kokerei und Schachtanlage der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Werk Hamborn.
Gesamtleistungsfähigkeit der Hochofenanlage 1,6 bis 1,7 Mill. t Roheisen in einem Jahr.
Aufnahme der Firma Hansa-Luftbild-G. m. b. H., Berlin.

Für die Bewegung des Abraums werden Selbstentladewagen bis zu 16 m³ Inhalt benutzt, deren Kippen mittels Druckluftgetriebe betätigt werden.

Die Auslegerlänge der jetzt in großem Ausmaß verwendeten Absetzvorrichtungen ist auf 18 bis 25, in einem Falle sogar auf 50 m gesteigert worden. Bei den größten Einrichtungen dieser Art fallen die Abraummassen zunächst auf eine etwa 130 m lange Bandstraße, die am Absturzgraben entlang läuft, und werden sodann über ein Zwischenband dem Ausleger zugeführt[10]).

[B 1337] Heise, Herbst

[10]) Bericht des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins für 1926/27; Braunkohle" Bd. 26 (1927) S. 241 u. f.

Eisenhüttenwesen

Kokerei Aus der Ausnutzung wirtschaftlicher Möglichkeiten in Energieerzeugung und -bedarf für den Verkokungsvorgang ergibt sich die Zusammenfassung der Kokserzeugungsstätten in großen Einheiten und die wirtschaftliche Ausnutzung des Überschußgases in der Gasfernversorgung[1]). Großzügige Ferngaspläne sind entstanden, die z. T. schon in Ausführung begriffen sind und auch im Ausland Beachtung finden[2]). Untersuchungen über Verhalten des Kokses in Feuerungen, über Verbrennlichkeit und Schwerentzündlichkeit von trocken gelöschtem Koks liegen vor, ebenso weitere Mitteilungen über Trockenlöschanlagen.

Hochofenbetrieb Im Hochofenbetrieb spielt die Vorbereitung der Beschickungsstoffe eine Rolle. Grobstückerze werden zerkleinert unter Beobachtung der wirtschaftlichen und technischen Grenzen[3]). Die Art der Zerkleinerung und der Zerkleinerungsmaschinen ist von Belang. Feinerze werden stückig gemacht, andre Erze einer Aufbereitung oder Röstung unterzogen, wobei der Röstvorgang verbessert wurde. Die Begichtung und Verteilung der Beschickungsstoffe erfordert erhöhte Aufmerksamkeit. Die Umstellung der Hüttenbetriebe auf Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie[4]) schreitet fort; die Energie erzeugt man unmittelbar aus Gas oder unter Verwendung von Dampf. Man verwendet elektrische Lokomotiven, hat elektrische Schutz- und Sicherungsvorrichtungen ausgebildet und selbsttätig arbeitende Cowperschaltungen geschaffen[5]). Die Vorgänge im Hochofen wurden durch unmittelbare Messungen und Gasuntersuchungen weiter geprüft. Einflüsse einzelner Ofenvorgänge auf die Beschaffenheit des Roheisens wurden untersucht. Die elektrische Gasreinigung ist in einigen Betrieben eingeführt[6]). Die Verwertung der Hochofenschlacken als Gleisbettungsstoff oder neuerdings auch die Herstellung von Schlackengußsteinen zum Straßenbau ist beachtenswert. Erneute Prüfungen über die Ursachen des Zerfalls der Hochofenschlacken stehen damit in Zusammenhang.

Stahlwerkbetriebe Untersuchungen über die Aufgaben des Mangans bei den Stahlverfahren[7]) treten mehr hervor, zumal dieses Element eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung hat; Beiträge über Reaktionen des Kalkes in Schlacken liegen vor, sowie über die Reaktionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs und Bilanzen von Roheisenerzschmelzungen[8]). In baulicher Hinsicht hat man Unterlagen über Ofenabmessungen und einzelne Bauteile, sowohl der Siemens-Martin-Öfen selbst als auch der Wärmespeicher veröffentlicht. Die Haltbarkeit der Kammersteine unter dem Einfluß der Flugstaube ist geprüft worden. Unter den erzeugten Stahlgüten sind insbesondere die korrosionsbeständigen behandelt, nicht nur die Chromnickelstähle, sondern auch kupferlegierte Stähle, die praktisch zum Stahlhausbau geführt haben. Die Ausbreitung und Verwendung des Elektroofens für die Stahlerzeugung führte zur weiteren Durchbildung der elektrischen Ausrüstung dieser Öfen[9]).

[1]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 267; vergl. a. Brennstoffe, S. 781.
[2]) Iron and Coal Trades Rev. Bd. 116 (1928) S. 7.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1157. [4]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1941.
[5]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1283.
[6]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1933 und „Iron Age" Bd. 119 (1927) S. 1445. [7]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1526.
[8]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1197.
[9]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 653.

Sowohl Bau und Behandlung von Gaserzeugern, als auch die Verbrennung des Gases im Flammofen sind weiter entwickelt worden.

Walzwerkbetriebe Die Untersuchungen des Walzvorganges selbst hat man fortgesetzt, um weiteren Einblick in den Werkstofffluß[10]) beim Walzen, insbesondere über den Breitungsverlauf und über das Schrägwalzverfahren zu erhalten. In baulicher Hinsicht sind die Bestrebungen des beschleunigten Auswechselns der Walzen durch Wechselrahmengerüste oder durch ausschwenkbare Seiten der Gerüste bemerkenswert, anderseits die Frage der Walzenlagerung, Gleitlager oder Rollenlager. Zu erwähnen sind die Bestrebungen zum kontinuierlichen Walzen von Feinblechen, Verbesserungen an Drahtstraßen und der maschinellen Hilfseinrichtungen sowohl der Walzwerke als auch der Walzwerköfen. [B 1223] Diepschlag

[10]) „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 737, 1872.

Metallhüttenwesen

Umwälzende Neuerungen waren im vergangenen Jahre im Metallhüttenwesen nicht zu verzeichnen, wenn auch in bezug auf den Ausbau und die Rationalisierung der bestehenden Verfahren emsig gearbeitet worden ist.

Kupfer Der Ausbau der beiden größten deutschen Kupferhüttenunternehmungen, der Mansfeld-A.-G. und der Norddeutschen Affinerie, hat weitere erfreuliche Fortschritte gemacht. Bei der Mansfeld-A.-G. ist die neue Konverteranlage in Betrieb gesetzt worden, in der ein erheblicher Teil des im Schachtofen erzeugten Spursteins zu silberhaltigem Blasenkupfer verblasen, dieses vorraffiniert und in Anodenformen vergossen wird. Für die elektrolytische Raffination des Anodenkupfers, die zur Zeit noch in einer fremden Anlage erfolgt, wird in Zukunft voraussichtlich der Bau einer eigenen Elektrolyse vorgesehen werden.

Bei der Norddeutschen Affinerie ist eine ganz erhebliche Steigerung der Erzeugung durch Einführung großer Wirebar-Öfen von mehreren hundert Tonnen Fassungsvermögen und Erweiterung der Kupferelektrolyse erreicht worden.

Die Steigerung der Kupfererzeugung in Belgisch-Kongo und Nordrhodesien ist hinter den Erwartungen zurückgeblieben, verursacht durch Transportschwierigkeiten und den Mangel an Arbeitskräften.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika werden zur Erzverhüttung in zunehmendem Maße Flammöfen an Stelle von Schachtöfen verwendet. Zur Beheizung findet die Kohlenstaubfeuerung überall in der Welt steigende Anwendung, nachdem sich herausgestellt hat, daß ein ungünstiger Einfluß der Asche auf die Güte des erzeugten Kupfers nicht zu befürchten ist.

Auf dem Gebiete der nassen Kupfermetallurgie wird offenbar eifrig gearbeitet, wie viele aus der Patentliteratur bekanntgewordene beachtenswerte Vorschläge erkennen lassen. Besonders erwähnenswert ist die im Großbetriebe zum erstenmal angewandte Laugung von Kupferglanz mit warmen Ferrisalzlösungen auf der Anlage der Inspiration Cons. Copper Co. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Blei Zur Anreicherung der Bleierze, insbesondere der komplexen Blei-Zinkerze, wendet man in steigendem Maße das Schwimmverfahren, insbesondere die sogenannte selektive Flotation an, die eine getrennte Gewinnung der Blei- und Zinkkonzentrate ermöglicht. Die Abröstung und Sinterung der Schwimmaufbereitungserzeugnisse macht infolge ihrer sehr feinkörnigen Beschaffenheit besondere Schwierigkeiten. Ihre Überwindung ist durch Abröstung mit dem Dwight-Lloyd-Apparat bei Zuschlag von granulierter Schlacke gelungen.

Erwähnenswert ist die Errichtung einer Bleihütte in Mechernich. Hier wird das Wälzverfahren zur Austreibung des Bleigehalts der Knottenerze im Drehofen unter Auffangung des Bleies in Form oxydischen Staubes angewendet, der dann in bekannter Weise auf Blei verhüttet wird.

Bemerkenswert ist die weitere Entwicklung des neuen Raffinationsverfahrens für Weichblei, des Harris-Verfahrens. Es scheint so, als ob die bei der praktischen Anwendung neuer Verfahren stets auftretenden Schwierigkeiten, die Kinderkrankheiten, die hauptsächlich in der wirtschaftlichen Verarbeitung der in Form von Alkalisalzen entfallenden Arsen-, Zinn- und Antimonverbindungen bestanden, im wesentlichen überwunden worden sind.

Auch im Bleihüttenwesen sucht man durch Anwendung neuer Verfahren neue Wege zu finden, doch scheinen diese neuen Verfahren noch nicht über den Versuchszustand hinausgekommen zu sein.

Zink Die Bestrebungen, das alte Muffelverfahren mit den mit ihm verbundenen Zinkverlusten und großem Brennstoffaufwand durch neue Verfahren zu ersetzen, wurden eifrig fortgesetzt. Die Hoffnung, daß sich das kontinuierliche Zinkgewinnungsverfahren in stehenden Muffeln nach Roitzheim-Remy bald in größerem Umfang in die Praxis einführen würde, hat sich bisher nicht verwirklicht. Man kann heute wohl sagen, daß auch dieses Verfahren über den Versuchszustand noch immer nicht hinaus gelangt ist. Dagegen ist dem alten Muffelverfahren in der Laugung und nachfolgenden Elektrolyse ein starker Wettbewerb erwachsen. Es wird eifrig versucht, die Schwierigkeiten, die bei der Laugung und der nachfolgenden Zinkelektrolyse, insbesondere bezüglich der Verunreinigungen auftreten, zu überwinden. Die elektrothermische Zinkgewinnung dagegen scheint nur bei besonders günstigen Verhältnissen (niedrige Stromkosten) in Betracht zu kommen.

Das Ashcroft-Verfahren (Überführung des Zinks in Zinkchlorid mit Chlorgas und nachfolgende Elektrolyse im Schmelzfluß) ist über den Versuchszustand anscheinend noch nicht hinausgekommen. Dies scheint auch in bezug auf das neuerdings viel erwähnte Coley-Verfahren der Fall zu sein, bei dem das geröstete Erz mit einem flüssigen Reduktionsmittel (Teeröl) behandelt wird.

In bezug auf die Röstung der Zinkerze ist ein neues Verfahren von Balz zu erwähnen, bei dem in einem mehrstöckigen Ofen die Zuführung der Oxydationsluft besonders gut durchgeführt wird. Auch den Dwight-Lloyd-Apparat wendet man neuerdings zum Abrösten der Zinkerze an, und zwar insbesondere zur Sinterung und Röstung der feinen Schwimmaufbereitungsprodukte.

Die Einführung des Wälzverfahrens zur Gewinnung des Zinkinhalts armer Erze in Form von Zinkoxyden, hat im vergangenen Jahre außerordentlich große Fortschritte in Deutschland gemacht.

Zinn Die Zinngewinnung aus Erzen kann in Deutschland auf eine Wiedererstehung zurückblicken. Mehrere deutsche Metallhütten haben die Verhüttung ausländischer Zinnerze wieder aufgenommen. In metallurgischer Hinsicht ist besonders erwähnenswert die Errichtung einer Zinnelektrolyse zur Verarbeitung der beim Harris-Bleiraffinationsverfahren gewonnenen armen zinnhaltigen Nebenerzeugnisse.

Aluminium Das Haglund-Verfahren, über das in der vorjährigen Chronik berichtet worden ist, scheint auf dem besten Wege zu sein, in der Großpraxis Anwendung zu finden, nachdem die Vereinigten Aluminiumwerke längere Zeit einen Versuchsbetrieb in größerem Umfange durchgeführt haben. Bei diesem Verfahren behandelt man den Bauxit mit Schwefeleisen im elektrischen Ofen, zerkleinert die dabei gewonnene Schlacke und behandelt sie mit Wasser, wobei man eine sehr reine Tonerde erhält.

Edelmetalle Auf dem Gebiete der Edelmetallgewinnung sind keine besonderen Neuerungen zu verzeichnen. Bemerkenswert ist ein Erfolg der Schwimmaufbereitung bei der Behandlung tellurhaltiger Golderze, wobei es gelungen ist, tellurhaltige Erze von den Freigold führenden Erzen zu trennen.

Erwähnenswert sind die Arbeiten von Haber über den Goldgehalt des Meerwassers, aus denen hervorgeht, daß der Goldgehalt des Meerwassers eine Gewinnung unter keinen Umständen lohnend macht.

Die an die Platingewinnung in Südafrika geknüpften Hoffnungen haben sich als übertrieben herausgestellt, da die wirtschaftliche Gewinnung des Platins aus den Platin führenden Gesteinen infolge der sehr ungleichmäßigen Verteilung des Platins und seiner Vergesellschaftung mit Kupfer- und Nickelsulfiden sowie infolge seiner Bindung an Arsen große Schwierigkeiten macht. Die großen Erwartungen werden sich erst dann verwirklichen, wenn es gelungen ist, billigere Gewinnungsverfahren für die Verarbeitung dieser platinhaltigen Erze zu finden. [N 1431] Nugel

Werkstoffprüfung

Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung, die sich erfreulicherweise wieder anbahnt, hat auf dem Kongreß in Amsterdam zur Wiederbegründung des Internationalen Verbandes für Materialprüfung geführt. Kurz darauf fand in Berlin die Werkstoffschau und die damit verbundene Werkstofftagung statt[1]). Der Zweck dieser einzigartigen Veranstaltung, einen Überblick über den Stand unsres Prüfwesens, die Mannigfaltigkeit der Werkstoffe und ihrer Eigenschaften zu geben, durch Darlegung der bei Herstellung und Verarbeitung möglichen Mängel zu belehren und die Gemeinschaftsarbeit von Hersteller und Verbraucher zu fördern, dürfte wohl erreicht worden sein. Die gleichzeitig erschienenen Werkstoffhandbücher enthalten das Wichtigste über die Prüfverfahren und die Eigenschaften der metallischen Werkstoffe.

Elastizitätsgrenze Stauchversuch Kerbschlagprüfung Neben dem Ausbau der Prüfverfahren ist eine wachsende Vertiefung in die Bedeutung der mechanischen Eigenschaften und ihren Zusammenhang zu verzeichnen. Die praktische Bedeutung der Elastizitätsgrenze ist noch immer strittig, zum großen Teil infolge der Schwierigkeit ihrer genauen Ermittlung[2]). Der Stauchversuch hat durch Anwendung besondrer Auflagebedingungen eine neue Grundlage erhalten[3]), die nach Ausgestaltung des Verfahrens eine häufigere Anwendung als bisher erwarten läßt. Der Einblick in das Wesen der Kerbschlagprüfung hat sich weiter vertieft[4]), so daß die zwar schwierige aber notwendige Normung der allzu zahlreichen Probenformen bald erhofft werden darf.

Härteprüfung Für gehärtete Stähle wendet man die Härteprüfung mit Diamanten steigend an. Das Ausmessen der Eindruckdurchmesser erleichtern der Projektor von Schumann und das Gerät von Wilck, bei dem die elastische Eindrückung, die bei der Prüfung sehr harter Stähle wesentliche Bedeutung hat, mitgemessen wird. Weitere Untersuchungen betreffen den Kugelschlaghammer, den Herbertschen Pendelhärteprüfer, die Beziehung zwischen Zugfestigkeit und Härte bei Nichteisenmetallen, die Beziehungen zwischen den verschiedenen Prüfverfahren, die Prüfung von an der Oberfläche gehärteten Stählen und von dünnen Blechen.

Dauerprüfung Die Bedeutung der Dauerprüfung fand ihre Anerkennung durch eine von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde veranstaltete Dauerbruchtagung[5]) und die Bildung eines Ausschusses für mechanische Schwingungen[6]). Der Bau von Prüfmaschinen für wechselnde Beanspruchung hat, wie die Werkstoffschau zeigte, in Deutschland große Fortschritte gemacht, so daß die Prüfanstalten nun die Möglichkeit haben, die für den Konstrukteur wichtigen Dauerfestigkeiten zu ermitteln und weitere Fragen (wie die immer noch zu wenig beachtete Kerbwirkung, Wesen und Bedeutung der Dämpfungsfähigkeit, den Einfluß von Korrosion, Kaltbearbeitung und Temperatur und besonders die noch umstrittene Brauchbarkeit der abgekürzten

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1413, 1599, 1797.
[2]) Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 232, 265.
[3]) Mitt. a. d. Kaiser-Wilhelm-Inst. f. Eisenf. Bd. 9 (1927) S. 157.
[4]) DVM-Mitt. Nr. 78; Z. Bd. 72 (1928) 322.
[5]) Z. f. Metallk. Bd. 20 (1928) Februarheft.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 898.

Verfahren) zu untersuchen. Für die Dauerprüfung mit ruhender Last, insbesondere bei hohen Temperaturen[7]), wurde ein abgekürztes Verfahren vorgeschlagen[8]); die Festlegung der als zulässig anzusehenden Formänderung bietet hier aber ähnliche Schwierigkeiten, wie es bei der praktischen Elastizitätsgrenze der Fall ist.

Technologische Prüfungen An technologischen Prüfungen liegen Untersuchungen über den Biegerollversuch[9]), über Bearbeitbarkeit und Schneidhaltigkeit[10]) vor. Die Versuche über die Verschleißfestigkeit der Metalle, die zum Teil mit neuen Verfahren durchgeführt wurden, zeigen immer wieder die Mannigfaltigkeit der Abnutzungsvorgänge, die wohl nie durch ein einziges Prüfverfahren zu erfassen sind.

Magnetische Prüfung Die magnetische Prüfung auf Gleichmäßigkeit hat weitere Anwendung gefunden für Teile, die in größeren Mengen hergestellt werden[11]); sie kann aber auch zur Prüfung von einzelnen Stücken (z. B. Turbinenscheiben[12]) auf Gleichmäßigkeit in sich dienen.

[B 1462] Mailänder

[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 106, 1502.
[8]) Mitt. a. d. Kais.-Wilh.-Inst. f. Eisenf. Bd. 9 (1927) S. 30; Z. Bd. 71 (1927) S. 1497.
[9]) Z. Bd. 71 (1927) S. 517.
[10]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1609; Maschinenbau Bd. 6 (1927) S. 991, 1050, 1177.
[11]) Amer. Soc. Steel Tr. Bd. 11 (1927) 677; Tech. mod. Bd. 19 (1927) S. 124.
[12]) Z. Bd. 71 (1927) S. 937.

Metalle und Legierungen

Es stellt sich in immer größerem Umfange heraus, daß die Vergütbarkeit von Legierungen, also ihre Fähigkeit, durch Abschrecken von hohen Temperaturen und durch nachträgliches Lagern bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur (natürliches oder künstliches Altern) eine wesentliche Erhöhung der Härte und der Festigkeit zu erfahren, eine weit verbreitete Eigenschaft vieler Legierungen ist. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Nichteisenmetalle im verflossenen Jahre liegen denn auch zum größten Teil auf dem Gebiet der vergütbaren Legierungen.

Aluminium Das Erreichen der günstigen technischen Eigenschaften durch Vergütung ist in der Regel an eine der thermischen Behandlung vorangegangene plastische Formgebung gebunden. Es besteht seit langer Zeit ein Bedürfnis nach Aluminiumlegierungen, die auch gegossen ausreichend vergütbar sind. Bis vor kurzem gab es nur eine Legierung dieser Gruppe, die in England entwickelte J-Legierung von Rosenhain mit 4 vH Cu, 2 vH Ni, 1,5 vH Mg und 92,5 vH Al, die sich in Deutschland wegen ihrer starken Neigung zur Porosität bei der Erstarrung im Sandguß nicht eingeführt hat. Neuerdings ist es gelungen, nach einem im wesentlichen von Strasser angegebenen Verfahren Aluminiumlegierungen herzustellen, die nach dem Vergießen in Sandform ohne thermische Nachbehandlung beim Liegen bei gewöhnlicher Temperatur eine Vergütung erfahren. Diese Legierungen werden zur Zeit in großem Maßstabe hergestellt, und gliedern sich ihrer Zusammensetzung nach in zwei Gruppen. Die erste Gruppe (das Neonalium) leitet sich von der amerikanischen Legierung mit 92 vH Al und 8 vH Cu ab und zeichnet sich besonders durch hohe Warmfestigkeit aus, die zweite (Alneon) leitet sich von der Deutschen Legierung mit 88 vH Al, 10 vH Zn, 2 vH Cu ab und ist für den Gebrauch bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt. Beide enthalten außerdem noch etwas Magnesium und werden vor dem Vergießen außerdem nach einem Verfahren behandelt, das geheimgehalten wird und den Legierungen die Fähigkeit der Vergütbarkeit verleiht. Die Bedeutung dieser Legierungen liegt in der hohen Elastizitätsgrenze (bis 9 bei Neonalumin, bis 12 bei Alneon), während die Dehnung sehr gering ist. Sie eignen sich deshalb vor allen Dingen als leichterer Ersatz für das in vielen Fällen bisher benutzte Gußeisen. Eine Al-Gußlegierung mit höherer Elastizitätsgrenze entspricht einem lang empfundenen Bedürfnis.

Neuerdings ist es auch gelungen, nach einem Vorschlag von Steudel die Elastizitätsgrenze des Silumins durch Zusatz von Kupfer (Kupfersilumin) zu erhöhen. Die Bedeutung des Kupfersilumins beruht auf seinem der deutschen Legierung gegenüber geringeren spezifischen Gewicht.

Kupfer Auch auf dem Gebiet der Legierungen des Kupfers beanspruchen neu entdeckte vergütbare Legierungen eine besondere Beachtung. Corson hat gefunden, daß man durch Zusatz von Silizium und Chrom oder Silizium und Mangan zu Kupfer vergütbare Legierungen erhält, die eine erhebliche Härte und Festigkeit aufweisen. Diese Legierungen befinden sich noch im Entwicklungszustand. Noch viel höhere Festigkeiten (bis rd. 150 kg/mm^2) und Härten (bis rd. 400 Brinelleinheiten) erhält man durch Vergütung von Kupfer mit 2 bis 3 vH Beryllium. Auch diese Legierungen werden noch nicht in der Praxis verwendet, da das Beryllium bisher zu teuer war und seine Herstellung in technischem Maße erst im Jahre 1928 zu erwarten ist.

[N 1461] Masing

Gießereiwesen

Fortschritte Die Werkstoffschau vom November 1927 zeigte deutlich die Erfolge der wissenschaftlichen Durchdringung der Gießereipraxis in Gestalt von Schaustücken erstklassiger Art, wie sie noch vor wenigen Jahren nicht hätten erzeugt werden können. Dasselbe war auf der mit dem internationalen Gießereikongreß in Paris verbundenen Fachausstellung hinsichtlich der Gießereimaschinen der Fall. Abgesehen von den Rationalisierungsbestrebungen in Gestalt der Durchführung der Fließarbeit in mehreren deutschen Gießereien unter Berücksichtigung der in Deutschland gegebenen Verhältnisse war es in erster Linie die metallurgische Seite, die nach wie vor hauptsächlich allgemeine Beachtung fand und für die nächsten Jahre finden wird, in Verbindung mit der Verbesserung der Schmelzverfahren, besonders im Betriebe des Kuppelofens, die erfreuliche Fortschritte zeitigen konnte. Daneben fanden die auf Zeitstudien beruhende wirtschaftliche Betriebsführung und Kalkulation an einer Anzahl von Gießereien Eingang. Besonders wurde daneben die Formsanduntersuchung nach neuen Verfahren sowohl der Güte nach als auch in ihrer Abhängigkeit von der gewählten Sandverdichtungsart mehrfach betrieben; sie ergab wertvolle Aufschlüsse über die verschiedenen Ergebnisse der mechanischen Sandverdichtung. Überhaupt läßt sich allgemein das wachsende Verständnis der Gießereipraktiker für die Notwendigkeit gründlicher wissenschaftlicher Erforschung der Form-, Gieß- und Schmelzvorgänge und ihrer Durchführung auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnis als erfreulicher Fortschritt des letzten Jahres feststellen. Um so mehr ist es zu begrüßen, daß die wirtschaftliche und die wissenschaftliche Gießereifachvereinigung seit Beginn von 1928 ihre Zusammenarbeit auch dadurch wirkungsvoller gestalteten, daß sie ein gemeinsames Fachorgan „Die Gießerei“ wählten.

Heiz- und Schmelzstoffe Die Kohlenstaubfeuerung als Zusatzfeuerung im Kuppelofen erwies sich als wertvolles Mittel zur Vergütung der Schmelze und Verringerung des Koksverbrauches. Schwierigkeiten entstanden bisweilen beim Vergießen von Roheisen, das mit Stahlzusatz im Hochofen erblasen war, übrigens eine Erscheinung, die sich auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika gezeigt hat. Die Arbeiten von Piwowarsky, Schütz, Klingenstein u. a. konnten weitere Aufklärungen auf dem Gebiete der Gußveredlung geben, und die Einflüsse von Chrom und Nickel auf die Härte der Gußerzeugnisse wurden festgestellt. Neuerdings führt sich auch in Deutschland der Schwarzkerntemperguß, der in den Vereinigten Staaten von Nordamerika schon seit langem sehr verbreitet ist, ein.

Schmelzanlagen Der Kuppelofenbetrieb ist vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, als deren Ergebnis eine bessere Windbemessung und -zuführung und mehrfache erfolgreiche Einrichtungen zum Trennen von Eisen und Schlacke zu verzeichnen sind. Eine vom Ausland eingeführte, als neu bezeichnete Bauart, der Poumay-Ofen mit schraubenförmig um den Schacht verteilten Düsen, dürfte trotz aller günstigen Leistungsangaben seiner Er-

bauer ebensowenig Erfolg haben, wie der alte Ofen gleicher Bauart von Greiner und Erpf (1885) ihn erreichen konnte.

Große Aufmerksamkeit wurde dem Elektroofen, dessen Eignung zur Herstellung von hochwertigem Guß einwandfrei erwiesen ist, geschenkt. Leider kommt seine allgemeine Verwendung aus wirtschaftlichen Gründen so lange nicht in Frage, als die Strompreise noch so hoch sind wie heute.

Formstoffe und Formverfahren Über die Prüfung der Formstoffe wurde bereits gesprochen. Bekannt sind geworden Verfahren von Treuheit, Reitmeister und Keßner. Nachdem man jetzt in der Lage ist, die für eine bestimmte Formart bestgeeignete Zusammensetzung des Formstoffes anzugeben, dürfte auch die Herstellung von synthetischem Formsand, die bereits in den Vereinigten Staaten von Nordamerika erfolgt, auch in Deutschland eingeführt werden, um so mehr, als sich durch sie ganz erhebliche Ersparnisse erreichen lassen.

Bei den Formmaschinen macht sich allmählich ein Vordringen der Druckluft an Stelle des Druckwassers bemerkbar, wodurch die in vielen Fällen sehr wünschenswerte Ortbeweglichkeit ermöglicht wird. Auch Handformpressen werden in neuartiger Ausführung vielfach wieder benutzt. Die Vereinigung von Rüttler und Presse findet sich in vielen neuzeitlichen Formmaschinen. Als neuestes Sandverdichtungsverfahren wurde auf der Pariser Ausstellung die Druckluftschleudermaschine (Durlach) gezeigt und fand viel Beachtung. Auch von kastenlosen Formmaschinen wurden einige neue Bauarten auf den Markt gebracht.

Sandaufbereitung Mehrere Bauarten von ortbeweglichen Sandschleuderern, in denen das Aufbereitungsgut zerschlagen, gesiebt und ausgeschleudert wird, erwiesen sich als brauchbar. Mit den ortfesten Sandaufbereitungen werden neuerdings als Folge der Fließarbeit Fördereinrichtungen verbunden, die den Sand von der Entleerungsstelle der Formen zur Aufbereitung und von dieser wieder zu den Formplätzen schaffen. Auf der Ausstellung sah man ferner mehrere kleinere selbsttätige Aufbereitmaschinen, die aus einer Vereinigung von Sieb, Kollergang und Stiftschleuder bestehen und mit der Hand beschickt werden.

Putzerei Die Putzerei mit Wasserstrahl beginnt sich auch in Deutschland einzuführen; sie kommt nur für größere Stücke in Frage. Nach wie vor behauptet das Sandstrahlgebläse das Feld. Die Verbesserungen beziehen sich bei ihm in erster Linie auf eine zwangläufige Umsteuerung der Schleusenventile in den Druckapparaten. Auch die Putztrommel mit und ohne Sandstrahlgebläse verbreitet sich mehr und mehr bis zu den größten Abmessungen. Die Untersuchungen über Luftverbrauch und wirtschaftlichsten Druck für Sandstrahlgebläse sind in der Fachpresse wiederholt Gegenstand längerer Erörterungen gewesen, ein einwandfreies Bild ist dabei aber leider noch nicht gewonnen. Es scheint, daß der Druck zweckmäßig zwischen 2 und 3 at genommen wird. Indessen ist dies wohl eine Frage, die nur im Zusammenhang mit dem gesamten Preßluftbedarf einer Gießerei gelöst werden kann.

Normung Der Gießerei-Normenausschuß (Gina) hat Blätter für Modelle und Zubehör, Anstrich und Beschriftung, Formplatten und Formkasten, Liefernormen für Kernstützen usw. sowie Baustoffnormen für Gußeisen, Temperguß, Stahlguß und Nichteisenmetallguß herausgebracht.

Rück- und Ausblick Im Berichtjahre waren die deutschen Gießereien gut beschäftigt. Es handelte sich aber nur um eine Mengenkonjunktur, während die Preiskonjunktur sehr zu wünschen übrig ließ. Die bevorstehenden Lohnkämpfe, bei denen nach den bisherigen Erfahrungen wohl mit einer Erhöhung der Löhne zu rechnen ist, in Verbindung mit der zu erwartenden Steigerung der Roheisenpreise müssen auch eine Verteuerung der Gußerzeugnisse zur Folge haben, so daß ein Zurückgehen der Ausfuhr leicht eintreten kann, da die Weltmarktpreise schon heute nur knapp eingehalten werden können. So sind die Aussichten der Gießereiindustrie für die nächste Zukunft wenig günstig. [B 1404] Lohse

Baustoffe

Baustahl Die Deutsche Reichsbahn hat den Bau von Brücken aus Siliziumstahl (St Si) aufgenommen. Die Reichsbahn gab dazu unter dem 24. Dezember 1926 vorläufige Richtlinien heraus, nach denen die zulässige Zug- und Biegeanstrengung von St Si unter sonst gleichen Umständen das 1,5fache der Werte für den gewöhnlichen Baustahl St 37 betragen darf. Dieses Verhältnis entspricht etwa dem der Streckgrenzen von St 37 und St Si; es scheint eher zu groß, als zu klein. Ob das gewählte Verhältnis der zulässigen Anstrengungen der Widerstandfähigkeit der verschiedenen Stoffe im Dienst entspricht, ist durch Dauerversuche noch nicht belegt. Besondere Aufgaben erwachsen dem Brückenbauer bei Nietverbindungen mit St Si[1]). Die Widerstandfähigkeit der über den Stützen durchlaufenden eisernen Träger bei Stützensenkungen und bei Stützenhebungen wird, wie Versuche zeigen, nach den heutigen Gepflogenheiten unterschätzt[1a]).

Zement Zur Neubearbeitung der Zementnormen hat der Reichsverkehrsminister einen Ausschuß berufen. Die bei Abnahmeprüfungen maßgebenden Mindestfestigkeiten sind erhöht worden. Mit verschiedenen Gründen wird gefordert, den Zement nicht nur mit erdfeucht angemachten, sondern auch mit weich angemachten Mörteln zu prüfen[2]). Kieselsäurehaltige Zumischungen zum Zement (Granitmehl und dergleichen) beeinflussen dessen Eigenschaften an sich nicht[3]). Den Einfluß von Kalischachtlauge auf das Abbinden und Erhärten von Zement hat Burchartz verfolgt („Zement" Bd. 16 (1927) S. 77); das Verhalten verschiedener Zemente in niederer Temperatur wurde von Graf geprüft („Beton und Eisen" Bd. 27 (1927) S. 244), um Richtlinien für Betonarbeiten im Winter und in Gefrierschächten zu gewinnen. Auch ist die Bedeutung von Chlorkalzium und andern Zusätzen als Frostschutzmittel usw. in bezug auf die Veränderlichkeit der Festigkeit sowie auf das Schwinden und Quellen untersucht worden[4]).

Kalk Für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Baukalk sind Leitsätze in Beratung. Dabei ist an der Prüfung der Kalke mit erdfeucht angemachten Mörteln festgehalten, obwohl man den Kalk meist in weich und flüssig angemachten Mörteln verwendet.

Mörtel und Beton Der Einfluß des Wasserzusatzes auf die Druckfestigkeit des Betons ist erneut ausführlich verfolgt worden; dabei wurden die Ergebnisse älterer Versuche bestätigt[5]). — Die oft erörterte Feststellung, daß die Druckfestigkeit des Betons in Eisenbeton-Tragwerken in der Regel nicht größer zu erwarten ist als die Druckfestigkeit der zugehörigen in eisernen Formen hergestellten Betonwürfel ist mit einer größeren Versuchsreihe bestätigt worden[6]). Weitere Klarstellung ist erwünscht, zunächst in bezug auf die Veränderlichkeit der Festigkeit in großen Blöcken.

Für die Nutzbarmachung von Kiessanden, die unzweckmäßige Kornzusammensetzung aufweisen, machte Graf auf Grund von Versuchen Vorschläge[7]). Der Deutsche Betonverein hat Richtlinien für die zweckmäßige Zusammensetzung des Betons (Baukontrolle) herausgegeben und seine Mitglieder auf die Beachtung dieser Richtlinien verpflichtet. Damit haben die dem Verein angeschlossenen Firmen Gewährleistungen übernommen, die über die Bauvorschriften hinausgehen.

Untersucht wurde der Einfluß der Behandlung des Betons (trocken, naß) und der Dauer der Behandlung auf die Widerstandfähigkeit gegen chemische Angriffe[8]). Als Sand für Beton wird alles Gesteinmaterial bezeichnet, das durch ein Sieb mit 7 mm Lochdurchmesser fällt. Praktisch die gleiche Trennung wird mit dem 5 mm-Maschensieb er-

[1]) Vergl. Weidmann, „Die Bautechnik" Bd. 5 (1927) S. 668.
[1a]) Vergl. Maier-Leibnitz, „Die Bautechnik" Bd. 6 (1928) S. 11
[2]) Vergl. Ros, Diskussionsbericht 10 der Materialprüfungsanstalt Zürich (Graf, Tonindustrie 1927 S. 1564).
[3]) Grün, „Betonstraße" Bd. 2 (1927) S. 166.
[4]) „Zement" Bd. 16 (1927) S. 776.
[5]) Weißgerber, „Zement" Bd. 16 (1927) S. 595.
[6]) „Zement" Bd. 16 (1927) S. 764.
[7]) „Der Bauingenieur" Bd. 8 (1927) S. 916.
[8]) „Der Bauingenieur" Bd. 8 (1927) S. 557.

Jahresschau der Technik 1927/28

Blick durch den Mittelgang. Links: Gruppe Nichteisenmetalle, rechts: Gruppe Stahl und Eisen, im Hintergrund das elektrotechnische Prüffeld.

Elektrotechnisches Prüffeld für Hochspannung.
Bilder von der Werkstoffschau, Berlin 1927.

Jahresschau der Technik 1927/28

Portalfräswerk mit 28 m langem Aufspanntisch und 4500 mm wagerechtem und senkrechtem Durchgang. Rechts aufgesetzte Bohr- und Fräswerke. Gesamtgewicht 480 000 kg.

Straßenbrücke aus Eisenbeton bei Pirmasens mit einem Bogen von 81 m Spannweite im Bau.

reicht, wie aus älteren Stuttgarter Versuchen hervorging und neuerdings allgemein nachgewiesen wurde[9]). Diese Begrenzung des Sandes ist begründet durch die Feststellung, daß der Mörtel aus Zement und Sand von 0 bis 7 mm für die Betonfestigkeit in erster Linie maßgebend ist. Für den Straßenbau wird abweichend gefordert, daß Sand nur die Körnungen 0 bis 2 mm umfasse. Es ist zu wünschen, daß diese Neuerung zur Vermeidung von Mißverständnissen unterbleibe, um so mehr als eine technische Begründung noch nicht vorliegt.

Anstriche Der Ausschuß für Anstrichtechnik gab durch seine Tagung in Mannheim wertvolle Anregungen. Grün hat Vorschläge zur Prüfung von Betonschutzanstrichen gemacht[10]).

Gebrannte Steine Die gebrannten Steine sollen nach DIN 105 abgenommen werden, nach einem Verfahren, das die Feststellung der Geeignetheit als Mauerstein anstrebt. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, daß ein solches Vorgehen nicht unzweckmäßig ist. Abweichend ist vorgeschlagen, nur den Werkstoff der gebrannten Steine zu prüfen an Würfeln oder Zylindern, die aus den Mauerziegeln herauszuarbeiten sind (Vortrag von Burchartz auf dem Amsterdamer Kongreß für die Materialprüfungen der Technik).

Holz Die Reichsbahn hat unterm 12. Dezember 1926 vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke erlassen, die Richtlinien für die Auswahl der Bauhölzer enthalten. In neuerer Zeit sind Versuche mit Bauholz großer Probenabmessungen, ferner über das Verhalten von Druckgliedern und über die Widerstandfähigkeit von Bauholz bei langdauernder Belastung durchgeführt worden[11]).

Straßenbaustoffe Von Ausschüssen der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau sind vorläufige Richtlinien für die Prüfung natürlicher Gesteine (Obmann Burchartz), für die Prüfung des Betons (Obmann Spangenberg), sowie für die Prüfung und Bewertung des Asphalts als Straßenbaustoff (Obmann Neumann) herausgegeben worden. Auch für den Bau von Asphaltstraßen sind vorläufige Richtlinien, für die Oberflächenteerungen ist ein Merkblatt bekanntgegeben[12]). Graf hat Versuche zur Erkundung der Vorgänge bei der Abnutzung von Straßenbaustoffen und andern nichtmetallischen Baustoffen mit üblichen Verfahren durchgeführt[13]).

Glas In Eisenbetondecken mit Lichtöffnungen kann das Glas als Baustoff zur Übertragung von Druckkräften herangezogen werden. Versuche zur Ermittlung der Anstrengungen in solchen Baugliedern sind vorgenommen worden[14]). Ferner ist die Widerstandfähigkeit dicker Rohgläser und Drahtgläser[15]) sowie von Rohgläsern und Drahtgläsern für Oberlichter auf eisernen Sprossen untersucht worden[16]). [B 1372] Graf

---

9) Vergl. Saenger, „Der Straßenbau“, Bd. 18 (1928) S. 31.
10) „Tonindustriezeitung“ Bd. 51 (1927) S. 1247.
11) Vortrag Graf auf dem Amsterdamer Kongreß für die Materialprüfungen der Technik, vergl. „Der Bauingenieur“ Bd. 9 (1928) S. 9.
12) Vergl. Mitteilungen der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau (1927) Heft 2, 3, 4 und 5; (1928) Heft 1.
13) „Straßenbau“ Bd. 18 (1927) S. 563.
14) Vergl. Glastechnische Berichte Bd. 4, S. 332 u. f.
15) Vergl. „Beton und Eisen“ Bd. 27 (1927) S. 77 u. f.
16) Z. Bd. 72 (1928) S. 566.

Keramische Baustoffe für die Elektrotechnik

Grundsätzlich Neues für den Verbraucher ist vom Jahre 1927 nicht zu melden, die vielen geleisteten Arbeiten beziehen sich auf erheblich verbreiterte wissenschaftliche Durchdringung und Untersuchung der Rohstoffe und ihrer Lagerstätten, ferner auf Verbesserung der Arbeitsverfahren, der Hilfsmittel und der betrieblichen Wirtschaftlichkeit. Besonderen Wert legte man auf die Verbesserung des Brandes, der Abhitzeverwertung und Erprobung neuer Heizverfahren, so auch mit Öl und Elektrizität. Die Werkstoffprüfverfahren für Fertigerzeugnisse wurden weiter ausgedehnt und durch die Deutsche Keramische Gesellschaft Richtlinien aufgesetzt.

Einen Überblick über den augenblicklichen Stand der Leistungen der Keramik gab die Ausstellung und Vorführung der Prüfverfahren auf der Werkstofftagung[1]). Erzeugnisse aus allen Arten der Fertigung lagen vor, so der Presserei, Gießerei und Dreherei, vorzugsweise für elektrische Zwecke. Grundsätzlich fiel auf, daß sich entsprechend den Forderungen nach elektrisch wie mechanisch hochfesten Erzeugnissen eine fast völlige Umstellung in der keramischen Fertigung vollzogen hat. Dünnscherbige, mehrteilig gekittete Isolatoren sind gänzlich verschwunden, sehr dickscherbige, früher für unmöglich erachtete einteilige Stücke sind an deren Stelle getreten. Eine völlige Abkehr von den Erzeugungsverfahren der den Ausgang für technisches Porzellan bildenden Geschirrfertigung ist hiermit eingetreten.

Neben dem in früheren Jahren allein den Markt versorgenden Hartporzellan ist das Steatit als sehr beachtenswerter Wettbewerber immer mehr in Erscheinung getreten, für ganz große Stücke führt sich infolge erheblicher Vorteile in arbeitstechnischer und wirtschaftlicher Beziehung das Steinzeug ein. [B 1367] Demuth

---

1) Z. Bd. 71 (1927) S. 122, 1553, 1566.

*

Gestaltung und Betrieb

Fabrikorganisation

Es ist eine Erkenntnis erst der letzten Jahre, daß die heute noch fast überall übliche Organisation eines Fabrikbetriebes in der dualistischen Form unzweckmäßig ist und daß es unerläßlich ist, die beiden Hauptteile jeder Betriebsleitung, die technische Arbeit und die kontrollierende Abrechnung zu einer vollen Einheit zu verschweißen. Dafür gibt es kein Schema, auch nicht für Unternehmen gleicher Größe und gleicher Erzeugnisse. Die einzige Aufgabe, die der Organisator zu lösen hat, ist überall: Das Lebensgesetz der Fabrik zu ergründen und darauf fußend die praktische Lösung, die von Fall zu Fall anders ist, zu schaffen. So einfach das klingt, so gibt es wohl kein Gebiet menschlicher Geistestätigkeit, das größere Verantwortung, größere Erfahrung und tiefere Menschenkenntnis verlangt als gerade die Organisationstätigkeit. Ihre Durchführung ist mit der Tätigkeit eines Arztes zu vergleichen; denn in jedem Fall ist eine sorgsame Diagnose notwendig, die unter Umständen weit zurück geht in das Vorleben, in die Entstehungsgeschichte des Heilungsuchenden. Ist die Diagnose richtig, so ist es keine Schwierigkeit, das Rezept — das Formular — zu schreiben, dann seine Durchführung, nachdem die einmalige erwartete Wirkung beobachtet ist, andern zu überlassen, die infolge ihrer Übung und Ruhe in der Anwendung zweckentsprechender Mittel meist viel besser als der Arzt selbst geeignet sind, die Wirkung der Mittel zu überwachen, die vielleicht auftretenden kleinen Störungen schnell zu überwinden und das Fortschreiten der Gesundung bis zur vollen Wiederherstellung gründlich durchzuführen.

Die treffende Organisation einer Fabrik ist nur möglich auf Grund einer gründlichen Untersuchung des Bestehenden bis in alle Einzelheiten hinein, die als unerläßliche Grundlage für Neuerungen bei dem neu einsetzenden planmäßigen Aufbau des ganz oder teilweise neu zu schaffenden Organismus zu dienen hat. Auch wenn die eingeleitete Reorganisation zu einer Neuschöpfung wird, darf sie nicht revolutionär, sondern nur stoß- und reibungslos durchgeführt werden; sonst wirkt sie nicht heilsam, sondern zerstörend.

Eine Fabrik ist ein Organismus! Sie hat für jede wichtige Arbeitstelle ihre bestimmten Organe. Jedes einzelne Organ ist auf sein Sondergebiet zu beschränken, ohne daß aber der organische Zusammenhang mit den übrigen Elementen zerrissen werden darf. Daher ist eine weitschauende, zielbewußte, zusammenfassende Zentralverwaltung und Zentralbefehlsgewalt, ein „Gehirn“ notwendig. Alle Organe sind, wie in der Natur, so sparsam wie möglich vorzusehen, ihre Durchbildung und ihre Wirkung aber müssen vorzüglich sein. Augen, Ohren, Nase, Hand am Menschen sind drastische Beispiele für eine völlige Verschiedenheit im Aufbau und in der Tä-

tigkeit eines Organes für einen bestimmten Zweck und doch gleichzeitig für ihre organische Einfügung in das ganze Lebewesen zur Erfüllung seines Lebensgesetzes. Ein Staubkorn im Auge kann nicht nur das Auge, sondern den ganzen Organismus empfindlich stören. Gleich den Organen der Natur ist der Organismus jedes Betriebes aufzubauen.

Die Durchführung einer solchen Schöpfung obliegt meist dem obersten Beamten einer Fabrik, ihrem Direktor, falls er ein Führer und ein Verwalter ist und nicht nur Fachmann bleibt. Der Besitzer oder ein Direktor steht aber leider häufig genug gewissermaßen in einem Walde, dessen Bäume ihm den freien Blick verstellen. Er kennt zu viel Einzelheiten, ist zu sehr mit der Überlieferung des Hauses verwachsen und fühlt sich daher vielfach veranlaßt oder gezwungen, „Rücksichten“ zu nehmen. Ein weiterer Nachteil ist, daß er nicht nur „Aufträge“ laufend ausführen muß, sondern daß er oft auch die Aufgabe hat, neue Bestellungen hereinzuholen, also vom Betriebe abwesend ist. Er ist eben der „Mann an der Maschine“, die nicht einen Augenblick still stehen darf, mag sie noch so alt sein, ächzen und stöhnen. Die Tagessorgen der Fabrik nehmen in der Regel den Direktor geistig und körperlich völlig gefangen und ersticken häufig genug seine besten Vorsätze, notwendige durchgreifende organisatorische Maßnahmen zu treffen. Er bleibt oft genug im Einzelfall stecken und schafft statt eines Organismus ein ganz ungleich durchgearbeitetes Gebilde. Ist die Fabrik auch noch dazu dualistisch aufgezogen, d. h. sind zwei Direktoren, ein kaufmännischer und ein technischer, vorhanden, die womöglich persönliche Kämpfe miteinander führen und sich nur selten zu einer einzigen Verwaltungsstelle vereinigen, dann kann von einer einheitlichen Organisation niemals die Rede sein.

Nur wer sich den freien Blick über den ganzen Betrieb erhalten hat, wird die wirkliche Organisation durchführen können, wird erst dann eine Abänderung der Teile in Angriff nehmen, wenn er das Ganze zu übersehen glaubt.

Die praktische Durchführung einer Organisation bedeutet stets Kleinarbeit an jeder Stelle, sie ist an die Wahl der richtigen Einzelmaßnahmen bis zum Formular hinunter gebunden; sie steht und fällt mit der richtigen Anpassung der Einzelheiten. Bei ihrer Durchführung darf der Organisator keine sentimentalen Hemmungen haben, sondern muß gegebenenfalls rücksichtslos vorgehen. Vor allem aber muß er sich von den Tagessorgen der ständigen Auftragserledigung, überhaupt von allem, was mit dem laufenden Geschäftsgang zusammenhängt, freizumachen verstehen, ohne daß er allerdings den laufenden Geschäftsgang durch seine Neueinrichtungen stören darf. Das ist die Kunst!

Bestandteile der Betriebsorganisation

Die wesentlichen Bestandteile einer Betriebsorganisation sind: Vorbereitung, Führung und Überwachung der Arbeit im einzelnen und in ihrem Zusammenhang. Die Hauptschwierigkeit liegt stets in der Schaffung einer klaren Arbeitsführung (nicht Ausführung!), sowie in der Notwendigkeit, die Ergebnisse der Arbeitsführung dauernd zu messen. Als eines der wichtigsten Mittel für diese unentbehrliche Überwachung dient heute die begleitende Abrechnung, die in der Ausarbeitung einer Stückrechnung (Herstellungskosten) für die Herstellungsgegenstände und in einer Betriebsrechnung (Unkosten) zur Ermittlung des Verbrauches der Kostenträger besteht. Die begleitende Stückrechnung, wenn möglich mit Tagesergebnissen, ist das Maß für die Leistung der Fabrik, die Betriebsrechnung für die Sparsamkeit der Verwaltung. Die Abrechnung überwacht die Tätigkeit; da aber die Tätigkeit die Abrechnung nicht überwachen kann, so muß sie nach dem Grundsatz der doppelten Buchhaltung, aber in einer dem Betriebe genau angepaßten Form ausgebildet werden. Die Feststellung einer Leistung kann nur richtig gefunden werden, wenn die Dreiheit: Maßstab, Meßverfahren und Meßapparatur dem jeweiligen Falle genau angepaßt ist.

Es bestehen große Unterschiede in der Ausführung einer Organisation, je nachdem es sich um Betriebe der Kleinindustrie von 60 bis 100 Arbeitern, oder der mittleren Industrie mit 200 bis 500 Arbeitern, oder der Großindustrie mit 1000 bis 3000 Arbeitern handelt. Trotz gleichen Maßstabes können und müssen sich dann Verfahren und Apparatur ändern.

In der kleinen Fabrik werden die gesamten Verwaltungsarbeiten in der Hand eines einzelnen Menschen vereinigt sein, der Kaufmann und Techniker, Vorbereiter und Führer, Ausführer und Abrechner in einer Person sein kann, wenn er der richtige „Kerl“ ist. Welche Verfahren zur Anwendung kommen, wird von der Größe des Betriebes abhängen. In kleinen und mittleren Fabriken haben die Durchschreibeverfahren gute Lösungen ergeben, in großen Betrieben werden — je nach der Eigenart des Aufbaues und der Vielseitigkeit der Anforderungen — die feinsten und leistungsfähigsten mechanischen Mittel, von der einfachen Addiermaschine bis zu den Lochkartenmaschinen verwendet werden müssen. Je größer der Betrieb ist und je zahlreicher die Buchungsvorgänge im Monat sind, um so mehr muß man, wenn man überhaupt auf kontrollierende Abrechnung Wert legt, zu möglichst weitgehend mechanisierten Arbeitsverfahren übergehen.

Ein Hauptziel einer richtigen Organisation besteht stets darin, der Verwaltung dauernd Übersichten in einfachster Form zu schaffen, die eine sichere Arbeitsführung in der Gegenwart und eine klare und zielbewußte Wegweisung für die Zukunft gestatten. Eine solche Verwaltung ist nur möglich, wenn das Kernstück der Sparsamkeitsabrechnung — die Betriebsrechnung — nach Art und Zeit, Ort und Zweck gegliedert in feste, willkürlich und verhältnismäßig veränderliche Artkosten — wie eine Uhr arbeitet. Eine solche Betriebsuhr kann nur ein sehr erfahrener Fachmann konstruieren und herstellen, während sie danach von jedem klardenkenden und vorsichtigen Betriebsmann leicht bedient werden kann. Ist die Organisation des Unternehmens in dieser Weise aufgebaut, dann ist es gleichgültig, ob die Verwaltungsspitze von einem kaufmännischen oder einem technischen Leiter, oder von zwei brüderlich zusammenarbeitenden Direktoren verschiedener Herkunftsart gebildet wird. Der Erfolg wird nicht auf sich warten lassen.

[B 1366] Schlesinger

Werkzeugmaschinen und Werkzeuge

Stückleistung, Genauigkeit, Bedienungszeit und Haltbarkeit — um diese vier Angelpunkte dreht sich die konstruktive Tätigkeit der Werkzeugmaschinenbauer, die Werkstoff-Auswahl und die Werkstattarbeit.

Drehbänke und Automaten

Die Leit- und Zugspindeldrehbank ist in ihrer Bedeutung weiter zurückgegangen, trotz des von einigen Stellen unternommenen — in Amerika übrigens nicht nachgeahmten oder vorgemachten — Versuchs, sie durch das Anschlagverfahren zu einer Produktionsmaschine zu machen. Manche der über-zahlreichen deutschen Drehbankfabriken hat ihr Arbeitsprogramm daraufhin umstellen müssen. Die halbselbsttätigen Vielstahlbänke wurden verstärkt und in ihrer Anwendbarkeit vielseitiger gestaltet. Eine mittelgroße handliche Bolzenbank ist auf den Markt gekommen, für die Bedarf vorliegt; es fehlen aber noch kleinere und schnellaufende Maschinen der Art. Schwere Revolverbänke erhielten selbsttätige Kopfschaltung und -klemmung sowie Eilrücklauf. Kleinen Karusseldrehbänken wurden höhere Drehzahlen und Naßdreheinrichtungen gegeben. Die Drehzahlen der Automaten, auch größerer, wurden ebenfalls erhöht; als Abart eines kleinen Hochleistungsautomaten entstand ein Mutternautomat für völlig versandfertige Muttern, ein größerer entstand durch Anbau einer besonderen Einrichtung zum Gewindeschneiden und zum Anfasen der zweiten Mutterseite an einen einfachen Mutternautomaten.

Bohrmaschinen

An Bohrmaschinen entstanden mehrere kleine schnellaufende, und damit der beste Bohrerschutz (außer gutem elastischem Bohrermaterial und gutem Spitzenschliff). Selbsttätiger Eilrückzug und Beseitigung der bisher häufigen mangel-

haften Riemenführung beginnt die „Gefühlsbohrmaschinen“ neuzeitlich umzugestalten. Die wirtschaftliche Bedeutung der Vielspindel-Bohrköpfe wurde stärker erkannt und führte zu verbesserten Bauarten. Es fehlen aber noch besonders schwere schnellaufende, solche mit besonders kleinen Spindelentfernungen und axial verstellbaren Bohreraufnahmen. Die bewährte senkrechtspindlige Gewindeschneidmaschine mit Selbstumschaltung wurde — endlich — auch mehrspindlig gebaut. Es fehlen noch: Bohrspindelkästen, die in beliebiger Anordnung zusammengestellt, die schönsten halb- oder vollautomatischen Sondermaschinen ergeben, und die so außerordentlich leistungsfähigen mehrspindligen Bohr- und Gewindeschneidmaschinen mit selbsttätig geschaltetem, wagerechten Revolverteller. An Sondermaschinen für den Kraftwagen- und Bahnmotorenbau kamen beachtenswerte Mehrspindelmaschinen heraus.

Fräsmaschinen Bei den Fräsmaschinen führte sich Eilrücklauf und Sprungvorschub vielfach ein, jedoch bei Ständermaschinen noch nicht mit der wünschenswerten Selbsttätigkeit der Schaltung dieser Bewegungen unter Stillsetzung der Frässpindel. Bemerkenswert ist eine Ständerfräsmaschine mit Selbstgang und Eilrücklauf durch Kurvenscheibe. Schwenktische wurden zu normalem Zubehör. An Sondermaschinen sind Großmaschinen, beispielsweise für große Dynamogehäuse und solche für den Kraftwagenbau, zu verzeichnen.

Die Zahnradfräserei wurde durch zwei Abwälzfräsmaschinen für kleinste Abmessungen, die ersten Maschinen für Kegelräder-Pfeilverzahnung und Schrägradverzahnung für Innenräder bereichert.

Hobel- und verwandte Maschinen An Hobel- und verwandten Maschinen ist eine neue Stoßmaschine für volle Mehrfach-Keilwellen, sowie die Ausstattung der im Schnittbau gut eingeführten Feilmaschinen mit Vorschub-Selbstgang des Werkstücktisches zu erwähnen.

Schleifmaschinen Schleifmaschinen wurden schwerer und vielfach mit Flüssigkeitsvorschub ausgerüstet. Die Rundschleifmaschine entwickelte sich in der Richtung des Einstechschleifens, bei drei Ausführungen übernahm man die Zweischeiben-Bauart. Eine spitzenlose Schleifmaschine für kleine Teile mit senkrechtachsigem Aufnahmetisch und wagerecht gelagerter Scheibe ist erwähnenswert. Das spitzenlose Schleifen auf amerikanischen Maschinen hat sich sehr ausgebreitet. An Flächenschleifmaschinen entstanden eine Neuausführung des Blanchard-Types und drei Bauarten mit senkrechtachsiger, unten liegender Schleifscheibe und wagerechtem Tisch, welch erste in der Höhe so fein eingestellt wird, daß ihre Stirnfläche nahezu in die Auflagetischfläche fällt; ferner eine Flachschleifmaschine mit Revolvertisch für Bügeleisensohlen.

Das Schleifen von Prismenführungen fand weitere Anwendung, obgleich der Streit „Schleifen oder Schaben“ noch nicht entschieden ist. Neuartig ist das Schleifen breiter Schrägzahnräder.

Pressen und Stanzen An Pressen und Stanzen sind Ziehpressen mit Druckluft-Gegenhaltern, neue schnellaufende Nutenstanzen, paternosterartige Zu- und Abfuhrapparate, die Entwicklung ganzer Pressenzüge für fließende Blechteilfertigung zu erwähnen; die Maschinen-Blechscheren erhielten einen Wettbewerber in der verbesserten Rundmesserschere.

Die Elektro-Trennmaschine ist mit der einfachen Trennmaschine in Wettbewerb getreten und versucht darüberhinaus neue Gebiete zu erobern. Die mechanische Sauerstoffschneiderei fand vielerorts Eingang.

Antrieb Der Elektromotor fügt sich der Maschine organischer ein als bisher. Der Flanschmotor dringt vor und macht Riemen und Hauptantriebkupplung überflüssig. Scheren werden in steigendem Maße schwungradlos ausgeführt. Flüssigkeitsgetriebe für Hauptantrieb finden sich nur ganz vereinzelt; für Räummaschinen werden sie noch im Hauptantrieb, für Bohrmaschinen u. a. wurden sie im Berichtjahr im Vorschubantrieb vermißt. Wälzrollen-Regelgetriebe tauchten auf, haben sich aber noch nicht eingeführt. Rollenlager finden sich vielfach an Triebwellen, aber noch wenig an den Hauptspindeln. Massive Mehrfach-Keilwellen sind für die Verschieberäder guter Fräs- und Bohrmaschinen häufiger geworden.

Die Zentralschmierung mit Druckölpumpen hat schätzenswerte Fortschritte gemacht. Die Räderpumpen sind zum Teil verbessert, zum Teil durch Kapselpumpen verschiedener Bauart ersetzt worden. Als Kühlpumpe fand die senkrechtspindlige Elektropumpe guten Eingang.

Werkzeuge An Spannwerkzeugen machte man mit Druckluftfuttern die ersten vorsichtigen Einführungsversuche. Für die Höhenverstellung der Drehstähle ist eine neuartige „Keilkette“ entstanden. Die Schnellstähle wurden um mehrere gute Sorten (Kobaltstähle) vermehrt und versuchen, sich kräftig gegen die immer größere Bedeutung erlangenden Hartmetalle (Stellite und Wolframkarbid) zu wehren. Der geschliffene Gewindebohrer eroberte einen Teil des ihm zustehenden Feldes; für die noch „normalen“ nicht geschliffenen wurde das — in Amerika gebräuchliche — Schneiden mit Sonderköpfen bzw. Fräsen tastend aber mit gutem Erfolg erprobt; die Bohrer kosten einen Bruchteil des auf der Drehbank geschnittenen und können ebenso gut sein. Spiralbohrer für Weichmetalle haben noch nicht ihre endgültige Form gefunden. Grobzahnige Fräser und Abwälzfräser mit allseitig schneidenden Zähnen füllten Lücken in der Werkstatt aus. Mit gefrästen — zum Teil auch mit nachschleifbaren — Feilen machte man kräftige Versuche, auch in diesen vernachlässigten Werkzeugzweig neuzeitlichen Geist zu tragen. — An Meßwerkzeugen bleibt auf gute kleine Verbesserungen bekannter Geräte hinzuweisen.

Bau- und Werkstoffe Die Werkstoffschau zeigte eine Anzahl neuer Baustoffe, die zum Teil auch die Werkzeugmaschine berühren werden, neuzeitliche Prüfmaschinen für Werkstoffe, die Anwendung des Kupferlötverfahrens unter Wasserstoff, die Ausbreitung der verschiedenen Schweißverfahren, von denen die Lichtbogenschweißerei drauf und dran ist, den Gießereien durch Schweißverbindung gerader und gebogener Blechteile starke Gebietsteile abzunehmen. Manche Wünsche, betreffend die gleichmäßigere Güte von Grauguß, Walz- und Schmiedestahl blieben unberücksichtigt — zum Schaden der Werkzeugmaschinenhersteller und -verbraucher.

Allgemeines Das Streben weitester Kreise, auf allen Gebieten die an die Waren zu stellenden Anforderungen genau festzulegen, hat im letzten Jahr auch die Betriebsmittelverbraucher veranlaßt, aus ihrer bisherigen Zurückhaltung herauszugehen und ihre Wünsche scharf zu umreißen[1]). Es bleibt zu hoffen, daß diese öffentlich-produktive Tätigkeit bisher ziemlich zurückgezogen wirkender Kreise die Entwicklung der Betriebsmittel ebenso stark fördern wird, wie das in Amerika bereits der Fall war. — Wirtschaftlich waren viele Schwierigkeiten zu überwinden, wie sie in Zeiten betrieblicher und konstruktiver Reformen unvermeidlich sind. Es sind aber anderseits auch sehr erfreuliche Erscheinungen zu verbuchen, so die günstige Entwicklung der Maschinenausfuhr[2]), zum Teil auch nach den Vereinigten Staaten, woselbst besonders einige Maschinentypen guten Eingang fanden, die in den eigenen Verbrauchswerkstätten der betreffenden Hersteller laufend scharf erprobt und ständig verbessert wurden.

[B 1280] Buxbaum

[1]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 953.
[2]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) S. 281.

Feinmechanik

Ausfuhr Die Ausfuhr an feinmechanischen Erzeugnissen betrug im Jahre 1927 rd. 516 Mill. ℳ (einschl. Reparationslieferungen in Höhe von 11,3 Mill. ℳ) gegenüber rd. 434 Mill. ℳ im Jahre 1926; es liegt also eine Zunahme von rd. 19 vH vor, gegenüber einer Abnahme von rd. 1,6 vH im Jahre 1926. Die Ausfuhr von Uhren, die im Jahre 1926 abnahm, hat im Jahre 1927

wieder zugenommen, aber die Zahlen vom Jahre 1925 noch nicht ganz erreicht, während die Ausfuhr von Metallfadenlampen, Motorfahrrädern, Fahrrädern, Geräten des drahtlosen Fernmelde- und Fernsprechwesens, die im Jahre 1926 ebenfalls geringer war, die Zahlen von 1925 überschritten hat.

Werkstoffe Die Umstellung auf genormte Werkstoffe hat weitere Fortschritte gemacht; ebenso die Verwendung von kalt gewalztem Bandeisen an Stelle von Blechen, wobei neben der größeren Genauigkeit die Ersparnis von Glühungen zwischen den einzelnen Zügen ausschlaggebend war. Das Puddeleisen wurde durch schwefelhaltigen Automatenstahl weitgehend verdrängt. Die Einführung von Aluminium-Spritzguß hat weitere Fortschritte gemacht, da er unbedingt maßhaltig ist. An Isolierstoffen sind neue Massen oder Verfahren nicht bekannt geworden. Die bisher bekannten Massen hat man weiter verbessert und gleichmäßiger gemacht.

Das Hauptereignis des Jahres war zweifellos die Werkstofftagung Berlin 1927, die auf allen Gebieten der Feinmechanik Interessantes und Wissenswertes gebracht hat, besonders über Eisenbleche, Eisenbänder, Automatenwerkstoff, den Spritzguß, Kupferfeindrähte und Isolierstoffe. Es ist zu bedauern, daß die Werkstoffschau nicht wenigstens teilweise als ständige Ausstellung erhalten geblieben ist. Die Werkstoff-Handbücher[1]) sind auch für die Feinmechanik sehr wertvoll.

Normung Neu herausgegeben wurden Normenblätter für Papiere schreibender Meßgeräte, für das Tastenfeld und gewisse Einzelteile von Schreibmaschinen, für die Kassettenpfalze photographischer Kameras, für Apparate der Fernmeldetechnik, Präzisions-Kupferdraht und technische Liefervorschriften über handelsübliche Kupfer- und Messingprofile und Messingrohre; eine größere Anzahl Normen ist in Bearbeitung. Neugegründet wurde die Normenstelle der Deutschen Röntgengesellschaft. Die Arbeiten zur Normung von Brillengläsern und auswechselbaren Teilen an Mikroskopen sind eingeleitet. Auch die Internationalen Normungsbestrebungen machen gute Fortschritte. Zur Zeit liegen Vorschläge für Radioröhrensockel, Bildzeichen für die Fernmeldetechnik, Normalspannungen und Meßinstrumente vor; Arbeiten über den Drehsinn bei Schaltern und den Ablesesinn bei Skalen haben begonnen.

Fertigung Die Rationalisierung hat auch im vergangenen Jahre Fortschritte gemacht. Durch Fließarbeit konnte ohne wesentliche Erhöhung der Belegschaften ein höherer Umsatz erzielt werden, teilweise bei Senkung der Preise. Das Tempo der Rationalisierung leidet aber unter dem Mangel an guten Konstrukteuren, die imstande sind, die immer noch zu zahlreichen Bauarten zusammenzulegen (zu typisieren) und den neuen Herstellverfahren anzupassen. Hier Abhilfe zu schaffen, sollten die Industrie und die technischen Lehranstalten bemüht sein[2]).

Ausbildung Die vom Verein „Fachschule für feinmechanische Technik" in Gemeinschaft mit der Stadt Berlin errichtete Oberabteilung der Gauß-Schule zu Berlin sowie die Abend- und Vorbereitungskurse wurden gut besucht. Der höheren Maschinenbauschule zu Eßlingen wurde eine Abteilung für Feinmechanik angegliedert. Allgemein klagt die feinmechanische Industrie noch über Mangel an akademisch gebildeten Ingenieuren auf ihrem Gebiet.

[B 1376] Richter

[1]) Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen G. m. b. H., Werkstoff-Handbuch Nichteisenmetalle, Berlin 1927, Beuth-Verlag G. m. b. H.

[2]) Vergl. Leifer, Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung in der feinmechanischen Technik, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 787.

Normung

Die Arbeiten des Deutschen Normenausschusses haben sich in der bereits im vorjährigen Bericht angedeuteten Richtung weiter entwickelt, d. h. sie haben sich immer mehr auf die verschiedenen Fachgebiete und auf die abseits des Maschinenbaues liegenden Gebiete ausgedehnt.

Werkstoffnormen Die Normen für Gußeisen, Bronze, und Rotguß sind abgeschlossen. Neu aufgenommen wurden Normen für Temperguß, technische Lieferbedingungen für gezogenen Stahl, kalt gewalzten Bandstahl, Federbleche und -bänder aus Nichteisenmetall.

Maschinenteile Die Zahnform für Stirn- und Kegelräder ist jetzt endgültig als Evolventenverzahnung mit 20° Eingriffswinkel festgelegt; auch die Grundbegriffe für Zahnräder liegen genormt vor. Die Normung angeschmiedeter Wellenflansche ist gemeinsam mit der Schweiz wieder aufgenommen worden.

Werkzeuge und Werkzeugmaschinen Die Normung der Handwerkzeuge wie Feilen, Hämmer und Stiele, Hufbeschlagwerkzeuge nimmt einen breiten Raum ein. Für Werkzeugmaschinen sind die wichtigsten Blätter über Bewegungseinrichtungen an Maschinen herausgegeben. Auch für die Werkzeugbefestigung sind weitere Normen herausgekommen.

Rohre Flansche Fittings Armaturen Die Arbeiten über Rohre, Flansche und Ventile für Nenndruck 64 und 100, sowie über Absperrschieber für Groß-Gas- und Wasserarmaturen stehen kurz vor dem Abschluß[1]). Die Normung der Fittings ist gleichzeitig mit der internationalen Behandlung dieser Frage in Angriff genommen. Neu aufgenommen ist die Normung der Heizungsarmaturen, die einige Jahre zurückgestellt war; ferner die der Indikatorhähne. Auch die Arbeiten über Staufferbüchsen hat man wieder aufgenommen.

Elektrotechnik Die Normen der Rundfunkgeräte konnten so weit gefördert werden, daß die Herausgabe eines besondern Buches „Normung im Rundfunk" möglich wurde. Besonders gefördert wurden auch die Arbeiten für Installationsmaterial. Neu aufgenommen wurde die Bearbeitung elektrischer Bahnen durch Gemeinschaftsarbeit des Fachnormenausschusses für Bergbau, des Vereins deutscher Straßenbahnen, der Deutschen Reichsbahn und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Bauwesen Die Hochbaunormung hat nach Überarbeitung der Fensternormen die verschiedenen Landesnormen durch eine Reichsnorm ersetzt. Ferner wurden Gütevorschriften für Holzhäuser in Angriff genommen. Für das neu aufgenommene Gebiet der sanitären Einrichtungen ist die Normung der Spülklosetts abgeschlossen. Ebenso liegen endgültige Normen für leichte Abflußrohre, Kanal-Schachtabdekkungen und Wand- und Mosaikplatten vor. Die Prüfvorschriften für feuerfeste Baustoffe sind abgeschlossen und, darauf aufbauend, Gütevorschriften in Arbeit. Neu aufgenommen sind auch die Arbeiten in der Geodäsie, die sich auf Darstellungsweise für Karten und Pläne, sowie auf Instrumente beziehen. Endlich seien noch die jetzt abgeschlossenen Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken erwähnt.

Bergbau Abgeschlossen liegen vor: Normen für Grubenschienen und Förderwagen, Wetterlutten, Schüttelrutschen, Werkzeugschäfte für Schrämmaschinen, Durchgangshöhe für Druckluftleitungen. Für Preßluft- und Berieselungsleitungen sind die allgemeinen Rohrleitungsnormen übernommen.

Im Entwurf fertig sind Handwerkzeuge und Gezähe. In Angriff genommen wurden die Normungsarbeiten für Förderhaspel, Becherwerke für die Aufbereitung, Schießleitungen und Zündmaschinen, Kohlenstaubwagen und elektrische Lokomotiven mit Stromzuführung durch Fahrdraht für Hauptstreckenförderung. Auf dem Gebiet des Markscheidewesens wurden die gleichen Arbeiten in Angriff genommen wie in der Geodäsie.

Textilmaschinen Die Arbeiten erfuhren eine beträchtliche Förderung dadurch, daß die einzelnen Textilmaschinenfabriken unmittelbar miteinander in Verbindung traten, um gemeinsame Normungsvorschläge aufzustellen.

[1]) Ein Aufsatz hierüber erscheint demnächst in dieser Zeitschrift

Textilien Die Normung der Textilerzeugnisse wird nur mit äußerster Vorsicht aufgegriffen. Unter Umständen soll zunächst abgewartet werden, wie sie sich auf einem Sondergebiet, dem des Krankenhausbedarfes, auswirkt.

Landwirtschaft Für Bodenbearbeitungsgeräte sind die Normen über Pflugkörper für Motorpflüge und Eggenzinken endgültig. Auch die Normen für Erntemaschinen stehen vor dem Abschluß (s. unten).

Luftfahrt Für die Bewegungsrichtungen der Steuerorgane und der Motorbedienhebel liegen endgültige Normen vor. Auch sind einige Normblätter herausgegeben, die die für den Flugzeugbau zu verwendende Auswahl aus den allgemeinen Dinormen festlegen. In Arbeit sind Normen für die im Flugzeugbau benutzten austauschbaren Halbzeuge und Bauteile.

Holzbearbeitungsmaschinen Für Holzbearbeitungsmaschinen sind neben einem Grundnormblatt für Werkzeugbohrungen einige Normblätter für Fräsmaschinen herausgekommen. In Arbeit befinden sich Normen für Hobelmaschinen, Bandsägen, Kreissägen und Werkzeuge.

Verschiedene Gebiete Gute Fortschritte hat die Normung der Aluminiumgeschirre, Schreibmaschinen und Laboratoriumsgeräte gemacht. Neu aufgenommen wurden die Arbeiten für Flaschen, Porzellangeschirre, Nähmaschinen, Blechschilder und Bibliothekwesen. Das Normblatt über Krankenbetten liegt abgeschlossen vor; in Arbeit sind Normen ärztlicher Instrumente und Krankenwagen.

Internationale Normung Internationale Konferenzen fanden über folgende Fragen statt: Werkstoffe, Kugellager, metrisches Gewinde, metrische Schrauben und Fittings.

[B 1235] Gramenz

*

Technologische Sondergebiete

Landmaschinen

Werkstoffe Die Landmaschinentechnik entwickelte sich weniger durch bedeutende Erfindungen als durch den Ausbau des Bestehenden. Die Güte der Erzeugnisse ist verbessert worden. Sehr wichtig ist dafür die schärfere Prüfung der Werkstoffe durch die Fabriken und wissenschaftlichen Anstalten, die auch planmäßige Untersuchungen über die Bedingungen für die Werkstoffe angestellt haben.

Normung Die Werkstoffarbeiten sind in der Normung für die Aufstellung von Gütevorschriften benutzt worden. Gemeinsame Arbeit dreier führender Drillmaschinenfabriken hat zur Normung der Vorderwagen für Drill- und Hackmaschinen geführt, mithin einen sichtbaren Erfolg gebracht.

Kraftmaschinen Der Dieselmotor ohne Kompressor mit hoher Drehzahl ist bis 8 PS hinunter entwickelt. Diesel- und Glühkopfmotoren dringen an Stelle der Benzinmotoren in die Landwirtschaft, auch in den Motorpflugbau, ein.

Kraftpflüge Die Vorzüge der Gleiskettenschlepper fördern die Ausbildung von Anbaurahmen mit Gleisketten an Stelle der Triebräder an Kleinschleppern. Die Pflugfabriken haben die Anhängepflüge, Grubber und Scheibeneggen besser durchgebildet. Die Entwicklung der Untergrundlockerer für Kraftpflüge hat durch ein Preisausschreiben der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft neuen Anstoß bekommen.

Saat- und Saatpflegegeräte Während an Drillmaschinen nichts Neues vorliegt, ist mit der Zanderhacke ein neuer Weg beschritten worden, indem der Führer vom Sitz aus alle Stell- und Steuergriffe bedienen kann. Sie ist für Massenfertigung entworfen. Hacken mit motorischem Antrieb sind in verschiedenen Ausführungen vorhanden; ihre Entwicklung ist aussichtsreich.

Erntemaschinen Die Rübenerntemaschinen sind soweit vervollkommnet, daß der Ausschuß für Rübenerntemaschinen beim Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft im Herbst 1927 eine Vorführung veranstalten konnte. Unter nicht zu schweren Bedingungen arbeiten sowohl große Maschinen wie die für Gespannbetrieb eingerichteten kleineren befriedigend. An den Kartoffelerntemaschinen sind neben der Erprobung einiger Neukonstruktionen planmäßige Versuche über die Absiebung der Erde und das Abtrennen des Krautes angestellt worden, die die Grundlage für die Weiterentwicklung bilden.

Dresch- und Reinigungsmaschinen Bei Dreschmaschinen und Strohpressen sind die kleineren Ausführungen verbessert worden. Reinigungs- und Sortiermaschinen werden von der Landwirtschaft auch für genossenschaftlichen Betrieb verlangt, hauptsächlich in der Zusammenstellung zu vollständigen Anlagen, wofür man neue Lösungen gefunden hat. Die Leistung der Trieure ist auf verschiedenen Wegen erhöht worden.

Förderanlagen Mechanische und Druckluft-Förderwerke für Halmfrüchte sind in verbesserten Ausführungen in größrer Zahl aufgestellt worden, weil Ersatz für die Handarbeit in der Ernte dringend ist. Das Einschleusen ganzer Garben in Druckluftrohre gelingt einwandfrei.

Zander-Hacke.

Regenanlagen Die Entwicklung der Weitstrahlregner hat Fortschritte gemacht. Versuche über neue Rohrausführungen für ganz große Anlagen laufen.

Versuchsanlagen Durch die Schaffung des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft beim Reichsernährungsministerium ist die Beschaffung von Mitteln für Versuche besser gesichert. Die ersten Ergebnisse sind veröffentlicht.

[B 1315] Gustav Fischer

Glastechnik

Optisches Glas Auf dem Gebiete des guten optischen Glases schreitet die Einführung von Verfahren zur Massenerzeugung ständig fort[1]). Wachsende Bedeutung erlangten die Farb- und Filtergläser mit vorgeschriebener Durchlässigkeit für den ganzen Bereich des ultravioletten, sichtbaren und ultraroten Lichtes. Die starke Werbetätigkeit des Auslandes für die in Deutschland bereits seit 25 Jahren bekannten ultraviolett-durchlässigen Gläser veranlaßten eine Reihe von Untersuchungen über die Wichtigkeit der ultravioletten Strahlen für die Lebensvorgänge.

[1]) Glastechnische Berichte Bd. 5 (1927) S. 93.

Spiegelglas Das Jahr 1927 brachte in der Spiegelglasindustrie technisch keine neuen Verfahren, sondern nur weitere Ausbildung der letzten Neuerungen. Das Walzverfahren von Max Bicheroux[2]) kam je in einer deutschen und belgischen Fabrikationsstätte in Betrieb und wurde auch von zwei amerikanischen Firmen übernommen. Das ununterbrochene Schleif- und Polierverfahren gelangte in einer weiteren Hütte in Belgien und Amerika zur Anwendung.

Die Versuche, Spiegelglas aus einem ununterbrochen fließenden Glasstrom endlos zu walzen, wurden fortgeführt. Die Anwendungsmöglichkeit dieser Verfahren beschränkt sich jedoch aus wirtschaftlichen und technischen Gründen auf verhältnismäßig geringe Breiten. Hand in Hand damit geht die Frage der Glasbeschaffenheit, die bei den bestehenden ununterbrochen arbeitenden Anlagen noch nicht befriedigend ist.

Tafelglas Die im vergangenen Jahre im Fourcault-Verfahren[3]) erzielten Fortschritte bestehen in der Ausdehnung des Verfahrens auf das Ziehen von dünnem Glas. Während bisher die Mindestdicke 1,7 mm betrug, wird jetzt schon vielfach Glas von 1,2 mm gezogen. Das bedeutet für das nach dem Fourcault-Verfahren gezogene Glas eine Erweiterung des Absatzes.

Neu entstanden sind im vergangenen Jahre die Anlagen in Kunzendorf, N. L., Lautzental/St. Ingbert und Crengeldanz. Auch die Spiegelglasindustrie ist im Begriff, das Verfahren für sich auszuwerten, indem sie in Porz-Urbach eine Anlage nach dem Fourcault-Verfahren errichtet.

Anfang des Jahres ging die Inbetriebnahme von zwei Ofenanlagen der Deutschen Libbey-Owens-Gesellschaft in Gelsenkirchen-Rotthausen ohne Schwierigkeiten vor sich. Die beiden Schmelzwannen gehören mit nahezu 1300 t Inhalt zu den größten des Festlandes. Das Erzeugnis hat seinen Weg auf den Markt mit Erfolg angetreten. Inzwischen ist von derselben Gesellschaft die dritte Ofenanlage in Bau genommen worden. Die Firma ist auch dazu übergegangen, das Glasband durch Schleifen und Polieren zu veredeln und die dem Ziehglas anhaftenden geringen Oberflächenfehler zu beseitigen.

Weißhohlglas In Thüringen ist eine nach Lynch arbeitende Anlage mit Speiser- und Blasemaschine in Betrieb gekommen. In demselben Bezirk arbeitet auch neuerdings eine selbsttätige Maschine amerikanischer Herkunft zur Herstellung von Glaskugeln. Mit Hilfe zweier gegeneinander arbeitender Walzen mit schraubenförmig verlaufenden Nuten wird die in die Nuten eingreifende teigige Glasmasse zu Kugeln gerollt.

Flaschenglas Die nach dem Owens-Verfahren arbeitende, mit nur einem Formensatz versehene Maschine von Roirant hat sich gut bewährt[4]) und arbeitet jetzt in zwei Hütten in Baden und im Ruhrgebiet.

Beleuchtungsglas Für die beiden Gruppen der lichtstreuenden Beleuchtungsgläser (Mattgläser und Trübgläser) wurde von den Fachausschüssen der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, Berlin, eine planmäßige Einteilung geschaffen, auf Grund welcher die Gläser nach dem Grad ihrer Lichtzersetzungsfähigkeit in eine Anzahl von Klassen eingeordnet werden[5]). Es gelingt mittels dieser Einteilung, jedes Matt- oder Trübglas entweder roh durch eine Zahl (der Klasse) oder mit einer für alle praktischen Zwecke ausreichenden Genauigkeit durch drei bis vier Zahlenangaben zu kennzeichnen. Normalkeile mit veränderlicher Lichtzerstreuung und zwei Geräte zur Ausmessung der Zerstreuungseigenschaften wurden entwickelt.

Zur Kennzeichnung farbiger Beleuchtungsgläser, besonders der technisch wichtigen Signalgläser, wurde von den genannten Gesellschaften die auf der Young-Helmholtzschen Theorie des Farbensehens beruhende Farbenmessung herangezogen. Mit ihr ist es möglich, ein Farbglas durch drei Zahlenangaben eindeutig zu bestimmen. Vorschläge für eine Normung der Signalgläser im Anschluß an diese Arbeiten werden ausgearbeitet[6]).

Wärmetechnik Die leichte Meßbarkeit aller Größen, die für die Bestimmung der Selbstkosten im feuerungstechnischen Betriebe in Betracht kommen, wurde seitens der „Wärmetechnischen Beratungsstelle der Deutschen Glasindustrie", Frankfurt a. M. (WBG) auch im Jahre 1927 praktisch in den Glashüttenbetrieben gefördert. Wie in andern Gruppen der Hüttenindustrie läuft die Überwachung der Feuerungen darauf hinaus, die Brennstoff verzehrenden Schmelz- und Nebenöfen betriebstechnisch als „Wärmemaschinen" auszubilden und zu beherrschen. Als bemerkenswerte Veröffentlichung erschien ein Buch über „Glasschmelz-Wannenöfen"[7]).

Ausbildung und Forschung Über die Möglichkeiten des Studiums der Glastechnik an deutschen Hoch- und Fachschulen liegt nunmehr ein Übersichtsplan vor[8]).

Auf glaswissenschaftlichem Gebiete verdichteten sich die Untersuchungsergebnisse zu einer neuen Auffassung des Glases, die zusammen mit neueren Anschauungen über den Aufbau hochmolekularer Stoffe geeignet erscheint, eine Klärung über das Wesen des amorphen Zustandes überhaupt herbeizuführen, und damit die technische Entwicklung einer Reihe höchst bedeutungsvoller Werkstoffe vorzubereiten[9]).

Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Silikatforschung (SFI) in Berlin-Dahlem war im Jahre 1927 mit einer größeren Reihe von Untersuchungen über Fragen der Glasbildung beschäftigt. Besonders die zu Beginn der Schmelze geltenden Gleichgewichte wurden an einfachen Beispielen untersucht. Eigenartige Gesetzmäßigkeiten ergaben sich bei der Übertragung der optischen Verfahren, der Depolarisation an Kolloidsystemen auf Gläser, besonders Farb- und Trübgläser. Diese Verfahren lassen sich auch praktisch zu einer sicheren Kennzeichnung solcher Glasarten verwerten. Sehr eingehend wurde ferner auch das grundlegende System SiO_2-Al_2O_3 untersucht. Thermo-chemische Messungen führten hier zu einer Aufklärung des Mullit-Problems, das für Wannensteine von größerer praktischer Bedeutung ist. Die röntgenographische Abteilung war besonders mit dem Studium einer größeren Reihe von Silikaten beschäftigt. Die analytische Abteilung arbeitete Verfahren zur genauen Bestimmung von FeO und Sulfid-Ion in Gläsern aus. Ferner untersuchte sie eingehend den Gehalt der Mennige an Eisen und metallischem Blei.

Anfang 1928 ist der 1. Band der Veröffentlichungen des SFI erschienen. Die Zusammenarbeit des Instituts mit der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft (DGG), Frankfurt a. M., gestaltete sich nach den gleichen Richtlinien, wie in der Chronik 1926[10]) dargelegt. [B 1292] Maurach

[2]) Wendler, „Spiegelglas-Gießverfahren nach Bicheroux" Glastechnische Berichte Bd. 5 (1927) S. 337.

[3]) Groß, Neuzeitliche Verfahren zur Herstellung von Tafelglas, Z. Bd. 71 (1927) S. 213.

[4]) Wendler, Neue Formen von selbsttätigen Glasblasmaschinen, Z. Bd. 70 (1926) S. 1611.

[5]) Pirani-Schönborn, Klassifikation lichtstreuender Gläser Fachausschußbericht Nr. 5 der Deutsch. Glastechn. Ges.

[6]) Lax-Pirani, Normung von roten und grünen Signalgläsern Fachausschußbericht Nr. 8 der Deutsch. Glastechn. Ges.

[7]) Wärmetechn. Beratungsst. Glasind. „Glasschmelz-Wannenöfen" Frankfurt a. M., Selbstverlag.

[8]) Vorlesungen und Übungen betr. Glas an Technischen Hoch- und Fachschulen Glastechnische Berichte Bd. 5 (1928) S. 487.

[9]) Berger, Beitrag zur Frage nach der Natur des Glaszustandes Glastechnische Berichte Bd. 5 (1927) S. 393; Klemm und Berger Untersuchungen über den Ausdehnungsverlauf beim Übergang vom spröden in zähflüssiges Glas, Glastechnische Berichte Bd. 5 (1927) S. 405 Berger, Physikalische und chemische Eigenschaften im Fünfstoff-System der Natron-Kali-Kalk-Alumo-Silikatschmelzen (Glaszustand) Glastechnische Berichte Bd. 5 (1928) S. 569.

[10]) Z. Bd. 71 (1927) S. 98.

Zellstoff und Papier

Allgemeines Auch im vorigen Jahre dauerte das Bestreben, Ersatzstoffe für das Fichtenholz zu finden, an, wobei man hauptsächlich die Gräser und Stroharten in den Vordergrund stellte. Trotz wissenschaftlicher und praktischer Arbeit ist hierüber etwas durchschlagend Neues und Erfolgreiches nicht zu berichten.

Zellstoff- und Holzschliffabrikation In verschiedenen Zellstoffabriken und Holzschleifereien führte sich die kanadische Thorne-Holzschälmaschine[1]) ein. Hierbei werden die Holzprügel durch Reiben aneinander von Rinde und Bast befreit. In Verbindung damit werden zweckmäßige Holzförderanlagen gebaut. Die Maschine bringt eine bedeutende Verringerung des Schälverlustes, sie ist also nicht nur fabrikatorisch, sondern auch volkswirtschaftlich von Nutzen, weil sie Holz spart.

In den Zellstoffkochereien haben sich die verschiedenen selbsttätigen Kocherfüllverfahren[2]) weiter eingebürgert. Die Verwendung des Kruppschen V 4 A-Stahles bei allen Ventilen, Rohrleitungen und Pumpen, die heiße Sulfitlauge oder SO_2-Gase führen, bringt, was Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit anbelangt, ganz wesentlichen Nutzen. Das Verfahren, mit Kochwasserabwärme die Frischlauge bis zu hohen Temperaturen vorzuwärmen[3]), fängt an, sich erfolgreich durchzusetzen.

Es wird ständig weiter daran gearbeitet, möglichst reinen und für gewisse Zwecke möglichst ligninfreien Zellstoff zu erhalten. In Fabriken, die die Halbstoffe Zellstoff oder Holzschliff vor der Verarbeitung lagern müssen, oder bei denen Halbstoffwerk und Papierfabrik eine größere Entfernung voneinander haben, finden wir neuerdings die Eindickung des Stoffes mit Schneckenpressen. Mit Druckluft-Blaseanlagen kann dann der Dickstoff auf mehrere hundert Meter geblasen werden. Auch zur Förderung von Kollerstoff usw. sind diese Blaseanlagen geeignet. In Amerika dagegen wird der Stoff auf mehr als 15 km Entfernung durch Rohrleitungen gepumpt.

Zum Waschen des Stoffes hat sich neuerdings auch das Zellenfilter[4]) eingeführt, das auch zur Wiedergewinnung der Fasern aus den Abwässern geeignet erscheint.

Für das Bleichen des Stoffes gewinnen die Dickstoff-Bleichanlagen Bedeutung. Mehrere Anlagen der ununterbrochen arbeitenden Thorne-Dickstoffbleiche[5]) sind für europäische Fabriken im Bau. Die Bleichflüssigkeit wird immer mehr mit flüssigem Chlor bereitet, das in Kesselwagen bezogen wird.

Die Wärmewirtschaft macht erfreuliche Fortschritte. Mehr als früher wird der Nutzen des Gegendruckbetriebes erkannt, und die Werke werden darauf umgestellt. Die Leistung der Trockenpartien wird durch bessere Belüftung gesteigert. Die hierzu nötige warme Luft wird des öfteren durch Ausnutzung der von der Trockenpartie aufsteigenden Schwadenwärme gewonnen. Das neue Trocknungsverfahren für Zellstoff „Fidalco", bei dem der Stoff in Flockenform getrocknet und dann wie Baumwolle in Ballen gepreßt wird, macht von sich reden.

In den Holzschleifereien führt sich der „Stetige-Schleifer"[6]) infolge seiner verschiedenen Vorzüge immer mehr ein.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 585.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 586.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 589.
[4]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1437.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 588.
[6]) Z. Bd. 68 (1924) S. 757.

Papierfabrikation Das Bestreben der Papierfabriken, sich selbst Holzschleifereien anzugliedern, um die Holzschliffabrikation besser in der Hand zu haben, dauert an. Holzschleiferei und Papierfabrik wird immer mehr ein organisches Ganzes. Mit den 6 m breiten Zeitungsdruck-Papiermaschinen scheint man vorläufig ein Höchstmaß für die Maschinenbreite erreicht zu haben. Aufsehen macht besonders in Amerika die sogenannte Vakuumtrockenpartie[7]), bei der der ganze Trockenapparat in eine Vakuumkammer gestellt und das Papier bei etwa 40 °C getrocknet wird. Die Trocknung bei den niedrigen Temperaturen bietet Vorteile, auch werden die sehr großen Trockenpartien entsprechend verkleinert. Solche Vakuumtrockenpartien sind in Amerika bis zu 6 m Breite und bis 300 m Papiergeschwindigkeit in Betrieb.

Die Regelungseinrichtungen in den Fabriken, besonders für Stoffdichte, Stoffmenge, für gleichbleibende Papierfeuchtigkeit, für Dampf mit gleichbleibender Temperatur werden dauernd verbessert und gewinnen nach und nach mehr Freunde.

Die Ausstellung „Das Papier" in Dresden im Sommer 1927 brachte die Fortschritte in der Papierindustrie und den entsprechenden Veredlungsindustrien aufs beste zur Kenntnis. [B 1429] von Laßberg

[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 593.

Schützenlose Gabler-Webmaschine; höchste Schußzahl 200 in der Minute.

Faserstoffindustrie

Allgemeines Die mit der Leipziger Frühjahrsmesse 1927 verbundene Zweite Deutsche Kunstseidenausstellung[1]) hat im In- und Ausland größte Beachtung gefunden. Zum ersten Male wurde der Öffentlichkeit die Herstellung der Kunstseide im Film und auf zwei im Betrieb befindlichen Spinnmaschinen vorgeführt. Am 22. September 1927 ist der „Gesamtverband der deutschen Kunstseiden-Industrie" gegründet worden.

Über die Werkstoffe der Textilindustrie finden sich wertvolle Abhandlungen in Melliand Textilberichte Bd. 8 (1927) S. 521, in der Leipziger Monatschrift für Textilindustrie Bd. 42 (1927) S. 138 und in dieser Zeitschrift Bd. 71 (1927) S. 1053. Für die Prüfung und Einstellung der in der Textilindustrie eine große Rolle spielenden Feuchtigkeitsmesser wurden verschiedene Einrichtungen geschaffen[2]).

[1]) „Die Kunstseide" Bd. 9 (1927) S. 211; Leipziger Monatsschrift für Textilindustrie (L. M. f. T.) Bd. 42 (1927) S. 57.
[2]) L. M. f. T. Bd. 42 (1927) S. 527 und Heft 12 S. 35.

Spinnerei Bei einem neuen Streichgarn-Wagenspinner[2a]) deutscher Bauart sind im Gegensatz zu der bisher üblichen Ausführung die Spindeln und deren Antriebtrommeln ortfest, während das Zylinderwerk mit den Vorgarnspulen auf dem hin- und herfahrenden Wagen angeordnet ist. Der Bau einer Kleinspinnmaschine für Streichgarn[3]) (vereinigte Ringspinnkrempel) ist erwähnenswert. Die Beschreibung der Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung in dieser Zeitschrift Bd. 71 (1927) S. 1417 gibt wertvolle Fingerzeige.

Weberei Die Bestrebungen, die Warenerzeugung durch Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit zu erhöhen, haben zum Bau raschlaufender Bandwebstühle geführt[4]).

Das Patent DRP 452 116 enthält eine bemerkenswerte Verbesserung für Webstühle mit Hubkastenwechsel. Der Gedanke, die Drehzahl des Webstuhles dem jeweils zu verarbeitenden Stoff anzupassen, findet in DRP 446 523 eine gute Lösung.

Für das Entwerfen der Muster in der Weberei und — bei der herrschenden Mode — namentlich auch in der Wirkerei bildet der Variograph[5]) ein wertvolles Hilfsmittel. Der Vorschlag, für die Untersuchung der teilweise ziemlich verwickelten Bewegungsvorgänge an Webstühlen das Stroboskop zu benutzen, verspricht Erfolg.

Strickerei und Wirkerei Auch auf diesem Gebiet strebt man nach Höchstleistungen mittels schnelllaufender Maschinen. Außerdem sind folgende Neuerungen bemerkenswert: die Jacquardvorrichtung sowie endlose Stahlbänder (letztere an Stelle der bisherigen Musterräder) bei Rundstrickmaschinen und die Jacquard-Dreischloß-Flachstrickmaschine, die bei einer Schlittenbewegung eine volle Musterreihe in drei Farben herzustellen gestattet. Eine Neuheit in der Kettenwirkerei bildet die Kulierkettenware, bei der zu den Kettfäden noch ein in der Querrichtung eingearbeiteter Kulierfaden tritt, wodurch die Ware elastischer wird.

Ausrüstung Eine neue Gewebeveredlungsmaschine[6]) zeigt schöne Erfolge. Ein verhältnismäßig einfacher Gewebebahn- und Kantenführer dürfte gute Dienste leisten, ebenso die patentierte Doublier-Einspänmaschine[7]), die mechanisch einspänt.

Normung Weitere Textilgebiete sind in Angriff genommen. Die Normung der Schaft- und Jacquardmaschinen nebst Karten, der Picker und der elektrischen Einzelantriebe der Webstühle einschließlich der Motoren ist besonders wichtig. [B 1287] E. M a u z

[2a]) „Der Spinner und Weber", Bd. 45 (1927) Nr. 50 S. 8.
[3]) Melliand Textilberichte (Mell. Textilb.) Bd. 8 (1927) S. 11.
[4]) L. M. f. T. Bd. 42 (1927) S. 328. [5]) Desgl. S. 222. [6]) Desgl. S. 477.
[7]) Mell. Textilb. Bd. 8 (1927) S. 596.

Chemische Industrie

Apparatewesen Anläßlich der „Achema" in Essen wurde eine neue Säurehochleistungspumpe der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke gezeigt[1]), auch waren dort neue Apparaturen aus dem säurefesten Werkstoff „Haveg" der Säureschutz-G. m. b. H. ausgestellt[2]). Unter der Bezeichnung „Schütturm" ist eine Einrichtung gebaut worden, mit der große Wärmemengen, z. B. in den Abgasen, nutzbar gemacht und darin enthaltene pflanzenschädigende Stoffe (Cl, SO_2, HCl usw.) adsorbiert und in fester, trockner und verpackbarer Form ausgesondert werden können[3]). Dem für chemisch-technische Reaktionen viel verwendeten Drehrohrofen hat man neuerdings in der Mitte eine Erweiterung gegeben, die sogenannte „erweiterte Kalzinierzone"; dadurch wird das Durchschießen der Masse aufgehalten und gleichmäßigere Durchhitzung erzielt[4]). Eine gesteigerte Oberflächenwirkung wird durch die neu konstruierten „Wendelring-Füllkörper" für Waschtürme, Reaktionssäulen und Luftfilter erreicht. Die ultravioletten Strahlen der Quecksilber-Quarzlampe werden zur Unterscheidung von natürlichen und künstlichen Gerbstoffen, zur Untersuchung von Teeren und Teerdestillaten, zur Prüfung von Kautschuk und vielen andern Dingen verwendet[5]). Zur Messung der Wasserstoff-Ionenkonzentration sind verschiedene vereinfachte Geräte konstruiert worden.

[1]) Achema Jahrbuch 1927 S. 174.
[2]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 473. [3]) Desgl. S. 710. [4]) Desgl. S. 709.

Organisch-chemische Industrie Das bedeutendste Ereignis war die Aufnahme der Fabrikation von synthetischem Benzin im Leunawerk[6]). Die in den letzten Jahren in Amerika durchgeführte technische Glycolsynthese wird jetzt ebenfalls von der I. G. Farbenindustrie betrieben und ermöglicht die Herstellung frostbeständiger Glycoldynamite[7]). Auch ist es gelungen, die Herstellung von Anthrachinon (dem Ausgangstoff für die Indanthrenfarbstoffe) durch katalytische Oxydation von Anthracen technisch durchzuführen[8]). Die schwierige Frage der Färbung von Azetatseide ist auf verschiedenen Wegen gelöst worden[9]). Der Arzneimittelschatz wurde durch Vigantol, ein durch Bestrahlen von Ergosterin mit kurzwelligen Strahlen (275 bis 300 $\mu\mu$) erhaltenes antirachitisches Vitamin, bereichert[10]). Ephetonin (salzsaures Phenyl-methyl-amino-propanol), ein synthetisch hergestelltes razemisches Ephedrin, wird mit Erfolg an Stelle von Adrenalin gegen asthmatische Erkrankungen und gegen Heufieber verwendet[11]). In der Veterinärmedizin ist neuerdings Selectan, eine heterozyklische Jodverbindung gegen Druse, Mastitis und septische Infektionen, mit Erfolg benutzt worden[12]).

Anorganisch-chemische Industrie Zu Beginn des Jahres wurde der neue Volldünger Nitrophoska in den Verkehr gebracht; durch drei Kombinationen verschiedener Zusammensetzung kann er den verschiedenen Bodenarten angepaßt werden[13]). Die Herstellung von Phosphorsäure und Wasserstoff mit Hilfe von Metallkatalysatoren nach dem Lilienroth-Verfahren hat neue Wege der Herstellung von Phosphatdüngemitteln eröffnet[14]). Die Schwefelsäuregewinnung aus Gips im Drehrohrofen unter gleichzeitiger Herstellung von Zement spielte in der Kriegszeit eine Rolle in Deutschland; sie ist nach längerer Pause neuerdings wieder aufgenommen worden. Es werden jetzt danach monatlich 2800 t SO_2 erhalten[15]). Mit Hilfe aktiver Kohle wird Rohgas entschwefelt; in Oppau und Merseburg allein werden dadurch 5000 t S jährlich gewonnen[16]). Durch Niederschlagen von Kadmiumselenid in hochdisperser Form auf Kadmiumsulfid werden hochrote und purpurrote, Kadmopone genannte, Mineralfarben hergestellt[17]). Nach einem neuen Verfahren von Dr. von Bosse wird der beim Verchromen von Gegenständen in der Chromschicht sich abscheidende Wasserstoff auf kaltem Wege im Vakuum mit Hilfe der Elektrodenzerstäubung entfernt[18]).

Wirtschaftliches In der deutschen chemischen Industrie sind rd. 250 000[19]) Arbeiter beschäftigt. Ihr Erzeugungswert wird auf über 3 Milliarden Mark geschätzt, ein Drittel davon wird ausgeführt. Über 70 Mill. kg Teerfarben werden in Deutschland hergestellt; die Stickstofferzeugung hat etwa 0,67 Mill. t N erreicht. Ende 1927 nahm auch der Kohlenbergbau (Mont Cenis) nach eigenen Verfahren die Stickstoffbindung auf. — Die gesamte Welterzeugung an chemischen Erzeugnissen wird auf 18 Milliarden ℳ geschätzt; an Teerfarben betrug sie etwa 160 Mill. kg und an Stickstoff etwa 1,48 Mill. t (davon etwa 0,35 Mill. t im Kokereiammonsulfat und 0,25 Mill. t im Chilesalpeter). [B 1435] Dr. S c h a u b

[5]) Z. f. ang. Chem. Bd. 40 (1927) S. 1414.
[6]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 854; Chem. Ind. Bd. 50 (1927) S. 12.
[7]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 550; Chem.-techn. Ztschr. (1927) S. 261.
[8]) Dtsch. Bgw. Ztg. (1927) Nr. 163.
[9]) DRP 428 176; 446 220; 446 539.
[10]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 113; Pharm. Zentralh. Bd. 68 (1927) S. 329.
[11]) Mercks Jahresb. XL S. 121.
[12]) Pharm. Zentralh. Bd. 68 (1927) S. 328.
[13]) Metallbörse Bd. 53 (1927) Nr. 103.
[14]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 974. [15]) desgl. S. 332. [16]) desgl. S. 806
[17]) Farb. Ztg. Bd. 32 (1927) S. 2308.
[18]) Chem. Ztg. Bd. 51 (1927) S. 605.
[19]) Die um etwa 100000 größere Zahl der Versicherungspflichtigen der Berufs-Genossenschaft der chemischen Industrie kommt auf Kautschukindustrie, Apotheken und andere Gruppen, die nicht mehr zur eigentlichen chemischen Industrie gehören.

Gasindustrie

Rohstoff Die Besserung in der Beschaffenheit der Gaskohlen zugunsten eines vermehrten Ausbringens an Gas und der Güte des Gaskokes hält an. Zu der nach Geipert im Laboratoriumsmaßstabe leicht ausführbaren, sorgfältigen Prüfung des Entgasungswertes[1]) von Gas- und Kokskohlen tritt das gleichfalls im kleinen mögliche Verfahren nach Terres zur Ermittlung der Verkokungs-(Entgasungs-)Wärme.

Wärme Die Kenntnis der Verkokungswärme[2]) ist zur Beurteilung derjenigen Wärmemenge wichtig, die der Betrieb für die Verkokung oder Entgasung der Kohle aufzuwenden hat. Die verschiedenen Kohlen verhalten sich bezüglich des Wärmebedarfs bei der Verkokung bei verschiedenen Temperaturen außerordentlich verschieden.

Gaserzeugung Für die Beheizung von Koksöfen, die nicht nur in Kokereien und Hüttenwerken, sondern auch auf vielen Gaswerken in Betrieb sind, werden feuerungstechnische Grundlagen angegeben, die die Entwicklung, Verteilung und Übertragung der Wärme im Ofen beurteilen lassen[3]). Eine besondere Aufmerksamkeit genießen Gaserzeuger für Wassergas für große Tagesleistungen, und zwar bis zu 80 000 m³ karburiertem Wassergas[4]). Gemeinsam ist diesen Gaserzeugern, daß sie mit Drehrosten versehen und nicht mehr wie früher mit einem Chamottefutter ausgekleidet, sondern mit einem Dampfmantel[5]) umgeben sind, der lästige Schlackenwulste vermeiden und überdies erhebliche Dampfmengen gewinnen läßt; ferner eine zentralgelegene Steuerung aller Ventile und Schieber, wobei durch sinnvolle Abriegelung der Steuerorgane die richtige Reihenfolge in ihrer Handhabung erzwungen wird.

Gasreinigung Der Burkheisersche Gedanke, aus dem Gas unter Ausnutzung seines Ammoniak- und Schwefelgehaltes festes Ammonsulfit zu gewinnen, ist nach physikalisch-chemischen Gesichtspunkten von Terres mit Erfolg eingehend bearbeitet worden[6]), desgleichen die Ammonsulfat-Gewinnung aus ammoniakhaltigen Gasen und Schwefelsäure[7]).

Mit 1000 kg frischer Gasreinungsmasse läßt sich aus nahezu 100 000 m³ Gas der Schwefelwasserstoff (0,5 vH) beseitigen, ohne daß die Masse im Freien regeneriert werden müßte, wenn dem Gase 1,5 vH Luft beigemischt und für eine genügend lange Berührungsdauer zwischen Gas und Masse gesorgt wird, d. h. sich 2 m³ Masse auf je 100 000 m³ jährlich erzeugtes Gas in den Reinigern befinden[8]).

Gasverwendung Die in den letzten Jahren zur Gasbeleuchtung eingeführten Pilz- oder Gruppenbrenner verbreiten sich immer mehr, und zwar infolge ihres geringen spezifischen Gasverbrauchs, ihrer Betriebsicherheit und ihres gleichmäßigen schönen Lichtes[9]). Von den 2184 km langen Straßen Groß-Berlins sind dank diesem Fortschritt 1812 km mit Gas und nur 372 km elektrisch beleuchtet[10]).

Ebenso wird das Gas immer mehr für gewerbliche und industrielle Zwecke benutzt, z. B. sind in Groß-Berlin eine Anzahl Großbacköfen, sogenannte Tunnelöfen, die für Gasfeuerung eingerichtet sind, in den letzten Jahren aufgestellt und in Betrieb genommen worden. Die Leistungsfähigkeit dieser 36 m langen und 5 m breiten Öfen beträgt 1200 Brote in einer Stunde. Auch die Anwendung des Gases für die Metallbearbeitung, in der Nahrungsmittel- und Konfektionsindustrie entwickelt sich erfreulich. Insbesondere wurde eine Anzahl von Gastwirtschaften mit Groß-Gasküchen ausgerüstet. Ferner nimmt die Verwendung des Gases für die Erzeugung warmen Wassers stark zu. Gleichfalls sind bei der Benutzung des Gases zu Heizungszwecken bemerkenswerte Fortschritte erreicht worden. Für die Einführung der Gasheizung für Wohnräume haben unter anderm auch die Glühkörper-Gaskamine gute Dienste geleistet. Leider konnte die Gasheizung nicht in allen Fällen, wo sie gewünscht wurde, angewendet werden, weil in vielen Häusern die Möglichkeit fehlt, die Verbrennungsgase ins Freie zu führen. [B 1356] R. Geipert

[1]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 69 (1926) S. 861; Z. Bd. 71 (1927) S. 100.
[2]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 55.
[3]) Desgl. S. 1163. [4]) Desgl. S. 1142. [5]) Desgl. S. 884.
[6]) Desgl. S. 309. [7]) Desgl. S. 725. [8]) Desgl. 1928 S. 76.
[9]) Desgl. 1927 S. 1234. [10]) Desgl. S. 1270, vergl. a. Lichttechnik.

Anstrichtechnik

Anstrichstoffe Die chemische Wissenschaft bemüht sich, die Fragen der Filmbildung der Farbhaut zu lösen. Sie sucht die Anstrichmittel zu erforschen sowie die Fragen der Farbstoffe zu klären. Der Farbaufbau in seinem Ziel, Schutz des Eisens und Holzes zu sein unter Wirkung eines dauernden gefälligen Aussehens, wird durch Versuche studiert. Die fertiggestellten Anstriche werden an vielen Stellen den jeweiligen Beanspruchungen gegenüber auf ihre Haltbarkeit weiter beobachtet. Da das bisher allein richtige Verfahren, Probetafeln dem Wetter auszusetzen, zu lange währt, sind schon an einigen Stellen Schnellprüfverfahren mit gutem Erfolg ausgearbeitet und angewandt worden. Die Ergebnisse dieser Schnellprüfungen werden die Schaffung eines allgemein anerkannten Schnellprüfverfahrens ermöglichen. Als bisherige Ergebnisse dieser Forschung hat man Fortschritte auf dem Gebiet des Rostschutzes, der Schaffung rauch- und säurebeständiger Farben, der Lackierung von Fahrzeugen und der Lackierung von Edelhölzern erreicht.

Anstrichverfahren Das frühere Anstrichverfahren unter Benutzung des Pinsels ist in der Massenherstellung wohl vollständig verschwunden. Die Spritzpistole hat sich als ein sehr brauchbares Handwerkgerät erwiesen. Die Konstruktion der Spritze hat sich schon wesentlich vervollkommnet. Zur Beseitigung der bei der Benutzung der Spritzpistole auftretenden Farbnebel sind verschiedene Konstruktionen ausgeführt, die die Aufgabe teilweise sehr gut lösen. Die künftige Entwicklung hängt davon ab, ob es gelingt, die Nebelbildung zu verringern, gegebenenfalls unter Verwendung von Niederdruckspritzen, von denen auch schon einige Konstruktionen vorhanden sind. Zur Verbesserung und Mechanisierung des Spachtelschleifens sind Spachtelschleifmaschinen entstanden, deren Weiterentwicklung noch erwünscht ist. Von den Kosten eines Anstriches beanspruchten früher die Löhne den weitaus größten Anteil. Sie haben sich durch die Mechanisierung wesentlich verschoben. Desgleichen ist die für den Anstrich gebrauchte Zeit bedeutend verkürzt und damit die Wirtschaftlichkeit der neuzeitlichen Anstrichverfahren gesichert.

Für Massenteile gleicher Gestalt hat sich der Rundtischspritzautomat und das Tauchen und Trocknen am Bande und für Bretter die Anstrichmaschine gut bewährt.

Zur Verminderung der Anstrichkosten für Bleche und der dazu erforderlichen Arbeitzeit werden Halbglanzbleche benutzt, die das Spachteln und Spachtelschleifen fast ganz erübrigen. Die neuzeitliche Blechspannmaschine beseitigt vollkommen das Spannen der Bleche mit der Hand. Zum schnelleren Trocknen der Farben sind Trockenkammern in Benutzung, die der Größe der Gegenstände angepaßt sind. Die größten vorhandenen Trockenkammern reichen aus, einen Straßenbahnwagen oder Eisenbahnwagen aufzunehmen.

Die Herabsetzung der Kosten des Anstriches für wertvolle Fahrzeuge durch Anwendung sogenannter Sparanstriche haben sich wohl überall als verfehlt erwiesen. An Stelle der früheren Holzpolitur hat sich die Nitrolackierung unter Verwendung von Schleifmaschinen gut eingeführt. Recht starke Beachtung wird der Vorbereitung der für die Anstriche in Frage kommenden Flächen gewidmet. Für Eisen und Bleche kommen geeignete Sandstrahlanlagen in Frage, während für Hölzer Schleifmaschinen benutzt werden.

Unfallverhütung Bei der Durchbildung der neuen Anstrichverfahren wird große Sorgfalt auf die Verhinderung gesundheitschädigender Einflüsse gelegt. Die Farbnebel-Absauganlagen sind daher so eingerichtet, daß der Farbspritzer nur von frischer, gesunder Luft umgeben ist. Zur Sicherheit erhält er außerdem noch eine Schutzkappe über Nase und Mund. Verschiedene Konstruktionen guter Atemschützer sind entstanden, die Gewähr für vollständigen Schutz geben. [B 1218] König

Die neue Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Wesel mit vier Öffnungen von je 104 m Stützweite; Baustahl St 48.

Bauingenieurwesen

Brücken und Baukonstruktionen

Allgemeines Die Lage des gesamten Bauwesens ist nicht befriedigend, wenn auch das Hochbauwesen im Jahre 1927 eine Verringerung der Wohnungsnot im Deutschen Reich gebracht hat. Seit dem Kriege sind zum erstenmal etwas mehr Wohnungen gebaut worden, als der Jahreszuwachs an Haushaltungen erfordert. Es bedarf aber noch jahrelanger Anstrengungen, um den Wohnungsmangel zu beseitigen. Die hier zu lösenden Probleme liegen in der Schwierigkeit der Geldbeschaffung und der Verbilligung des Bauens, besonders in der Wirtschaftlichkeit des Baubetriebes. In letzter Hinsicht ist abzuwarten, was die neugegründete Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen zu leisten vermag. Sie gliedert sich in Ausschüsse für Geländeerschließung und Straßenbau, für Siedlungs- und Wohnungsbau, für Konstruktion und Bauwesen, für Wohnungsgrößen und Haustypen, für Heizung und Lüftung, Küchen- und hauswirtschaftliche Angelegenheiten, Installation, Baubetrieb und Baumaschinen und nach verschiedenen allgemeinen Richtungen. Diese Reichsforschungsgesellschaft plant, auch praktische Versuchsbauten auszuführen. Sie ist von den Behörden und Sachverständigen ins Leben gerufen worden, um alle hier in Betracht kommenden Fragen zu klären.

Die Industriebautätigkeit hat sich nicht gesteigert, obwohl man bei dem wirtschaftlichen Aufschwung hiermit hätte rechnen können. Die Hoffnung, daß die gesamte Hochbautätigkeit in nächster Zeit wesentlich verstärkt wird, ist sehr gering.

Eisenbau Sowohl im Brücken- wie im Eisenhochbau ist eine lebhaftere Tätigkeit auf dem Gebiete des Eisenbaues zu verspüren; über zu geringe Wirtschaftlichkeit der allzu vielen Werke wird jedoch sehr geklagt, die Eisenbauanstalten sind immer noch nicht voll beschäftigt.

Als besonderes Kennzeichen des technischen Fortschritts gilt aber die vermehrte Anwendung des hochwertigen Siliziumstahls[1]). Im Brückenbau sind als hervorragende Bauten folgende zu nennen: Die Rheinbrücke zwischen Düsseldorf und Neuß, die Weserbrücke bei Dreye, die Moselbrücke bei Eller, die Kettenstabbrücke über den Humboldthafen in Berlin, die Norderelbebrücke in Hamburg, die Mainbrücke bei Niederrad. Der Eisenhochbau weist an hervorragender Stelle die Autobushalle der Aboag in Treptow bei Berlin mit einer Spannweite von 70 m und einer Länge von 100 m, den fertiggestellten Umbau der Staatsoper in Berlin mit seinen großen Eisen- und Eisenbetonkonstruktionen, das in Ausführung begriffene Hochhaus des Europahauses gegenüber dem Anhalter Bahnhof in Berlin auf. Neuerdings treten dazu einige Umspannwerke in Berlin. Eine Spitzenleistung des Eisenbaues der letzten Zeit bildet an Größe, wie auch in bezug auf die schnelle Ausführung die Meßhalle 7 auf dem Ausstellungsgelände in Leipzig. Mit 97,8 m Spannweite der Rahmenbinder und rd. 17 000 m² Nutzfläche ist diese Halle die größte nach neuzeitlichen Gesichtspunkten erbaute Ausstellungshalle Europas. Sie ist bei 1800 t Gesamtgewicht ganz in St 48 durchgebildet. Auch bezüglich der Montagekunst stellt diese Halle einen hervorragenden Fortschritt dar.

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 131.

Eisenbetonbau Mehr und mehr wirkt sich auf dem Gebiete des Eisenbetons die gute Schulung bei dem Entwurf und der Ausführung aus. Eine besonders noch erforderliche scharfe Baustellenüberprüfung hat sich bei einigen größeren Arbeiten bereits durchgesetzt. Das Jahr 1927 hat in wirtschaftlicher Hinsicht einen wenn auch noch nicht allgemeinen, so doch vereinzelten Wiederaufstieg eingeleitet. Einzuschalten ist, daß Betonstraßen zehnmal soviel gebaut werden als im Jahre 1925. Der hochwertige Zement gestattet schnelleres Bauen, höhere Beanspruchungen und damit Baustoffersparnis, in Verbindung damit steht eine erhebliche Verbesserung der Bauverfahren, die technisch und wirtschaftlich neue Wege zeigen. Auf Großbaustellen wird der Beton fabrikmäßig und maschinell hergestellt und eine Mechanisierung des Baubetriebes eingeführt, die, wenn auch nicht in dem Maße wie in Amerika, so doch immerhin an vielen Stellen, namentlich bei verschiedenen Schleusenbauten, äußerst umfangreich durchgeführt ist.

Auch bezüglich der Schnelligkeit der Ausführungen sind bemerkenswerte Fortschritte zu erkennen. So ist in Breslau das Eisenbetongerippe des Postscheckamtes mit zwölf Stockwerken vom Fundament an, einschließlich der Decken in 60 Arbeitstagen ausgeführt; in der gleichen Zeitdauer eine Viehmarkthalle in Leer von 10 000 m² Grundfläche mittels fahrbarer Kiesanlage und beweglicher Schalung. Auch die Großmarkthalle in Frankfurt a. M. mit einem Eisenbetonschaldach und 50 m stützenfreien Raum bildet ein Kennzeichen des Fortschritts nach jeder Richtung hin. Die Betonförderung ist durch die Einführung des Gußbetons auf größere Massen eingestellt und hat sich besonders zu schnellerer Leistung entwickelt. Gießtürme und Gießrinnen, oder Beton in Kübeln mit Hilfe von Kabelkranen dienen zur Beförderung des Betons. Bei nicht fließfähigem Beton ist neuerdings die Benutzung von Förderbändern mit Erfolg eingeführt, so auf der Staustufe Obernau bei Aschaffenburg für den Rhein-Main-Donaukanal. Es geht also auch hier mit der Rationalisierung im besten Sinne vorwärts. Die neuen großen bayerischen Wasserkraftanlagen der mittleren Isar, dabei eine 8 km lange Druckrohrleitung aus Eisenbeton und eine Straßenbrücke bei Pirmasens mit 81 m Spannweite der Bogen bezeichnen die Entwicklung des Eisenbetonbaues in der jüngsten Vergangenheit. Diese Brücke enthält somit den weitgespanntesten massiven Brückenbogen, der bislang in Deutschland ausgeführt worden ist. [B 1432] Karl Bernhard

Wasserbau

Allgemeines Einen Maßstab für die in Deutschland auf dem Gebiete der Binnen- und Seewasserstraßen im Jahre 1927 geleisteten Arbeiten geben die vom Reiche hierfür bereitgestellten Mittel. Im ordentlichen Haushalt waren hierfür 80,68, im außerordentlichen Haushalt 75,09 ℳ verfügbar.

Seewasserstraßen Bei den Seewasserstraßen sind die Häfen für das Frachtschiff von 8000 Br.-R.-T. mit etwa 8 m Tiefgang, das z. Z. als Regelfrachtschiff der Weltschiffahrt gilt, zugänglich zu erhalten. So wurden im Frühjahr 1924 mit diesem Ziel Arbeiten am Königsberger Seekanal in Angriff genommen, ihre Gesamtdauer ist auf sechs Jahre vorgesehen. Denselben Zweck verfolgen die auf der Schiffahrtstraße Swinemünde—Stettin und auf der Weser unterhalb Bremen vorgenommenen Arbeiten.

Auf der Unterelbe erfordert die Regulierung des Fahrwassers an der Ostebank umfangreiche Baggerarbeiten und die Ausführung von Werken zur Festlegung der Ostemündung.

Die Begradigung der Ems zwischen Papenberg und Leerort ist fortgesetzt und mit gutem Erfolg ist an der Verbreiterung und Vertiefung des Fahrwassers zwischen Emderhafen und der Knock gearbeitet worden. Am 1. Juni 1927 wurde der 11 km lange Hindenburgdamm, der die Insel Sylt mit dem Festlande verbindet, dem Verkehr übergeben[1].

Binnenwasserstraßen im Osten Das Gelände in Ostpreußen für die Regulierung der Krummen Gilge wurde 1927 erworben. Damit sind Arbeiten eingeleitet, für die eine Bauzeit von vier Jahren und Baukosten in Höhe von 4 Mill. ℳ vorgesehen.

Um die Befahrbarkeit des Oberpregels im Mittel an 146 Tagen im Jahre an Stelle von bislang 70 Tagen zu ermöglichen, sind die Kanalisierungsarbeiten von Schwägerau bis etwa Norkitten, die 1928 fertiggestellt sein sollen, in Angriff genommen worden.

An der kanalisierten Oder oberhalb Breslau sind Arbeiten im Gange, um den häufig auftretenden Versandungen in den Einfahrten zu den Schleusenkanälen zu begegnen. Im Oderhafen wurden diese Arbeiten in Angriff genommen, bei Groschowitz wurden sie beendet. Verschiedene Oderbrücken, die Straßenbrücke bei Tschicherzig, die Eisenbahnbrücke bei Dt. Nettkow und bei Küstrin über Oder und Warthe wurden neu- und umgebaut.

Die Arbeiten zur Verbesserung der Vorflut an der unteren Oder gehen ihrem Ende entgegen. Die Arbeiten zur Verbesserung der Eisenbahnlinie Ottmachau — Patzschkau, die mit dem Bau des Staubeckens bei Ottmachau zusammenhängen, sind etwa zur Hälfte vollendet worden. Die umfangreichen Vorarbeiten und Bodenuntersuchungen sind abgeschlossen und die Erdarbeiten ausgeschrieben.

Im Gebiete der Märkischen Wasserstraßen hat man die Arbeiten für die Anpassung des Ihle-Plauer-Kanals an die Abmessungen des Mittellandkanals fortgesetzt. Die Vorbereitungsarbeiten für den Bau der Schleppzugschleuse Groß-Wusterwitz sind soweit gefördert, daß mit den Betonarbeiten begonnen werden konnte.

Am Oder-Spree-Kanal ist der Doppeldurchstich bei Streitberg fertiggestellt, der bei Berkenbrück soweit fortgeschritten ist, daß seine Eröffnung für den Verkehr bevorsteht. Zur Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse wird die Einmündung des Kanals in die Oder weiter stromauf eine der Versandung weniger ausgesetzte Stelle verlegt. Die Zwillingsschachtschleuse bei Fürstenberg, die den Abstieg zur Oder bildet, ist soweit gefördert, daß die Fertigstellung im Juni 1928 zu erwarten steht.

Am Schiffshebewerk Niederfinow sind Sicherheitstor und Oberhafen bis zum westlichen Widerlager der Kanalbrücke und der untere Vorhafen teils ganz, teils annähernd fertig.

Binnenwasserstraßen im Westen Am Mittellandkanal sind die Arbeiten auf der Strecke Hannover — Peine und am Hildesheimer Zweigkanal ziemlich beendet. Die Aufnahme des Probebetriebes ist im Sommer 1928 vorgesehen. Die Bauarbeiten zur Fortsetzung des Mittellandkanals über Peine hinaus nach Burg am Ihle-Kanal sind im Gange, mit dem Aufstellen eines Teiles der eisernen Brücken ist begonnen.

Weser und Ems-Weser-Kanal. Der Bau der Schleppzugschleuse bei Hameln wurde begonnen. Bei Rinteln ist die über die Weser führende Straßenbrücke durch eine neue Brücke mit nur einer Öffnung ersetzt worden. Die Sicherung und Verstärkung der Dämme am Ems-Weser-Kanal wurde begonnen.

Der Küstenkanal, der durch Erweiterung des Hunte-Ems-Kanals für 600 t-Schiffe fahrbar sein wird, steht auf der Strecke Oldenburg — Kampe vor seiner Vollendung, an seiner Fortsetzung nach Westen zwischen Kampe und der oldenburgischen Grenze wird gearbeitet.

Am Lippe-Seitenkanal Wesel — Datteln sind die Arbeiten an den sechs Schleusen fortgesetzt und zum Teil beendet worden.

Mit dem Bau einer zweiten Fahrstrecke zur Umgehung mehrerer Engstellen, insbesondere an der Kreuzung des Kanals mit der Emscher und bei Olfen hat man angefangen, um die Leistungsfähigkeit des Dortmund-Ems-Kanals, der für die Entwicklung der Industrie in und um Dortmund so lebensnotwendig ist, zu erhöhen. Aber erst wenn der Kanal für Schiffe von mindestens 1500 t Tragfähigkeit in seiner ganzen Ausdehnung von Dortmund bis Emden fahrbar sein wird, wird er den berechtigten Anforderungen der Hüttenindustrie und des Kohlenbergbaues genügen. Die Vorarbeiten hierzu sind fast beendet worden.

Rhein Am Rhein sind die Schiffahrtsverhältnisse durch Ergänzungsregulierungen, insbesondere bei Uerdingen, im Bingerloch, bei Nackenheim, sowie zwischen Mannheim und Sondernheim verbessert worden. Durch Eröffnung des Schiffahrtsweges nach Mülheim a. d. Ruhr ist diese Stadt wieder Rheinhafen geworden. Der Bau neuer Staustufen bei Dauernau, Nassau und Diez hat die Lahnkanalisierung gefördert.

Die unterste Staustufe der Neckarkanalisierung bei Ladenburg, wobei die Schiffsschleusen nach ganz neuer, von Dr.-Ing. Burkhardt erdachten Art erbaut wurden, ist fertiggestellt und dem Betrieb übergeben worden.

Donau An der Donau ist die Staustufe am Kachlet fertiggestellt und damit eine der bedeutendsten Wasserkraft- und Schiffahrtsanlagen der Rhein-Main-Donau-Wasserstraße ihrer Bestimmung übergeben worden.

Ausland In Holland wurde der Maas-Waal-Kanal für den Verkehr, in Rotterdam, am Westerdoksdyk, ein neuer Hafen für die Binnenschiffahrt eröffnet. Im

Der Hindenburgdamm zwischen Niebüll und Westerland auf Sylt mit dem Eröffnungszuge kurz nach der Fertigstellung.

[1] Z. Bd. 72 (1928) S. 48.

Gesamtansicht der Kachletstufe bei Passau an der Großschiffahrtstraße

Hafen von Antwerpen wurden neue Lagerhäuser mit besonderen Einrichtungen für den Kaliumschlag erbaut. In Frankreich hat man die Arbeiten für die Kanalisierung der oberen Mosel zwischen Metz und Diedenhofen begonnen. Zunächst erfolgt der Ausbau für 350 t-Schiffe mit 2,20 m Tiefgang.

In der Tschechoslowakei sind die Kaibauten in Smichow weitergeführt und das Ostufer des Holloschowizer Hafens für Verladezwecke ausgebaut. Die Arbeiten an der Elbe bis zur Reichsgrenze und an der Moldau sind zum Teil beendet, zum Teil weitergefördert worden.

An der Donau sind Schiffahrtshindernisse bei Fleben, Baki u. a. Stellen beseitigt und der weitere Ausbau des Preßburg-Komorner Hafens begonnen worden.

[B 1368] de Thierry.

Wasserkraftanlagen und Talsperren

Speicherung Nach einer vorübergehenden Abflauung scheint die Erkenntnis wieder durchzudringen, daß die schwieriger werdenden Abbauverhältnisse der Kohle und besonders das kommende Ende der Braunkohle sowie ihre Bedeutung für die chemische Industrie, die Kohlenpreise und damit den Zukunftswert der Wasserkräfte steigern wird. Weitblickende Wirtschaftsführer wenden darum ihre Aufmerksamkeit erneut der Wasserkraft, im besonderen den Speicherungen in Talsperren und den Pumpenspeicher-Spitzenwerken zu, diesen auch um den sonst unverkäuflichen Nachstrom abzusetzen und die Wärmekraftwerke gleichmäßig auszunutzen. Dieser Gesichtspunkt ist neuerdings auch für den Speicherbetrieb in den Stauhaltungen der Flußkanalisierungen mit hohem Stau[1]) wesentlich. Man erkennt im übrigen immer mehr, daß die Frage des Kraft- und Talsperrenbaues eine nicht rein bautechnische ist, sondern neben der wirtschaftlichen auch eine hervorragend betriebstechnische und energiewirtschaftliche Seite hat, die vornehmlich durch das Zusammenarbeiten verschiedenster Wasserkraft- und der Wärmekraftanlagen bedingt ist.

Die Speicherungen im norddeutschen Flachlande nehmen lebhaften Fortgang, nachdem die Erfahrungen in Pommern erwiesen haben, daß auch in sandigem Gelände große Staubecken geschaffen und dadurch ansehnliche Gefälle bis 20 m gewonnen werden konnten. Auch Hanghochbecken dürften unter solchen örtlichen Verhältnissen keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bereiten, was für die Spitzendeckung der Berliner Stromversorgung wichtig werden kann.

Energievernichter Konstruktiv ist die Ausbildung von Sturzbetten für die Wehre weiter erforscht worden. Diese wichtige Frage für den Betrieb großer Stauwerke, über die bedeutende Wassermassen mit hohem Gefälle abstürzen, ist zwar noch nicht endgültig gelöst, doch hat man erkannt, daß es geboten ist, die Energie des Absturzes in sich selbst zu vernichten, wozu die Wasserwalze ein gutes Mittel bietet. Gelingt dies, so kann für den Einbau der Flußkanalisierungswerke in engen Tälern durch Verringerung des Durchflußquerschnittes der Wehre große Ersparnis erwartet werden[2]). Auch auf dem Gebiet der Entlastungsanlagen der Kraftwerke und Talsperren sind Untersuchungen im Gange, um Einrichtungen zu finden, die die gesteigerten Wassermengen sicher abführen. Selbsttätige Anordnungen, so sehr sie an sich mit Vorsicht zu behandeln sind, haben Beachtung und Anwendung gefunden[3]).

Talsperren Beim Bau der Talsperren ist man auf der Grundlage einer genauen Theorie und besserer Kenntnis der Baustoffe zu hohen Beanspruchungen bis 40 kg/cm² Druck- und 15 kg/cm² Scherbeanspruchung gekommen. Bei der Querschnittsgestaltung ist die Scher- gegenüber der Randbeanspruchung ausschlaggebend. Sie sollte bei Modellversuchen und auf der Baustelle besonders aufmerksam untersucht werden.

Die Messungen an der Versuchstaumauer in Kalifornien sind beendet und haben eine Lastverteilung auf Bogen und Kragträger ergeben, die mit der Vorausberechnung gut übereinstimmt. Am Scheitel wurden 34, am Widerlager bis 66 kg/cm² Axialdruck gemessen[4]).

Die Bogenform wird bei den gemauerten Talsperren wegen der großen wirtschaftlichen Erfolge stets mehr angewendet. Die Grimseltalsperre, Schweiz, ist als Stütz- und Bogenmauer im Bau. Die Fußbreite beträgt 60 vH der Höhe. Eine reine Bogenstaumauer von 135 m Höhe bei nur 16,4 m Sohlenbreite[5]) wird am Drac, Le Sautet, Frankreich, gebaut; hierbei beträgt der Betonverbrauch nur 57 000 m³, während sonst für ein derartiges Sperrwerk wohl mehrere 100 000 m³ erforderlich sind. Im übrigen bevorzugt man wegen schnelleren Bauens und Verminderung der Bauzinsen meist Gußbeton vor Bruchsteinmauerwerk.

Staudämme von bisher ungewöhnlicher Höhe, bis 60 m, sind z. Zt. auch in Deutschland im Bau und werden vielfach geplant. Auch hierzu gab das Verlangen nach sparsamer Bauweise den Anstoß. Ob so hohe Dämme auch in unseren stark kultivierten Tälern die geeignete Bauart sind und damit einen technischen und wirtschaftlichen Fortschritt bedeuten, werden die Betriebserfahrungen ergeben. Wenn zwar das eigentliche Stauwerk billiger ist, so erfordern große Dämme kostspielige Hochwasserentlastungsanlagen, die die Ersparnis am Dammkörper wieder aufheben können.

[1]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 47 (1927) S. 54.

[2]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 47 (1927) S. 53; „Bauingenieur" Bd. 9 (1927) und Bd. 10 (1928) S. 57.

[3]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 46 (1926) S. 194.

[4]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 46 (1926) S. 144; Schweiz. Bauztg. Bd. 89 (1927); Bauing. Bd. 47 (1927) S. 326 u. Bd. 48 (1928) S. 122.

[5]) Schweiz. Bauztg. Bd. 91 (1928) S. 59.

Rhein – Main – Donau. Jährliche Energieerzeugung rd. 248 Mill. kWh.

Geschiebeführung Der Einfluß der natürlichen Geschiebeführung durch die Staue und Kraftwerke und die Einwirkung der Staue auf die Umgestaltung der Flußbetten wird neuerdings, nachdem dies auf der Weltkraftkonferenz Basel 1926 eingehend erörtert wurde[6]), wieder mehr erforscht. Es sind hier noch viele Fragen offen. Ich hatte Gelegenheit, dieses Gebiet an einem geschiebeführenden, hochwassergefährlichen Gebirgsflusse zu studieren. So einfach wie in Modellversuchen spielen sich diese Vorgänge in der Natur nicht ab, weil meist vielerlei andre Einflüsse, z. B. von Talsperren, höher gelegenen Kraftwerken, Flußregelungs- und Unterhaltungsarbeiten usw. mitsprechen. Ein allerdings nicht einfacher Beobachtungsdienst an den Flüssen könnte praktische Erfolge ergeben.

Anlagen Im Ausland nimmt der Ausbau von Wasserkraftanlagen und Talsperren überall zu. Das Achenseewerk ist 1927 fertiggestellt, das Shannon-Kraftwerk schreitet rüstig fort, das Dnjeprostroi-Kraftwerk[7]) ist in Angriff genommen. In Deutschland ist die Kachletstufe fertiggestellt und der Probebetrieb hat im Herbst 1927 begonnen, $Q = 290$ bis $700\,\mathrm{m^3/s}$, $H = 7{,}65$ bis $9{,}2\,\mathrm{m}$[8]). Ferner ist bei der Neckarkanalisierung in Ladenburg, Wieblingen und Neckarsulm der Betrieb eröffnet, und die Staustufen von Münster und Cannstatt bei Stuttgart, Obereßlingen, Horkheim oberhalb Heilbronn und Heidelberg, sind im Bau. Jede Staustufe besteht aus Wehr, Schleuse und Krafthaus und wird für das 180-Tage-Wasser ausgebaut[9]). Begonnen hat der Bau des Großkraftwerkes Ryburg-Schwörstadt a. Rh. Der künftige Ausbau des Schiffahrtsweges wird dabei berücksichtigt[10]). In der Ausführung war 1927 auch das Kraftwerk Cramberg a. d. Lahn und der Umbau des Lechwerkes bei Gersthofen. In Schlesien wurde im Rahmen des Talsperrensystems am Bober und Queis das Spitzenwerk Boberullersdorf mit 15 m Stau und 2 Mill. m³ Speicherinhalt, und an der Iller das Werk von Unterdettingen (9000 kW, $Q = 75\,\mathrm{m^3}$, $H = 15{,}5\,\mathrm{m}$) in Betrieb genommen.

Von begonnenen und im Bau befindlichen Talsperren sind zu nennen: der Bau der beiden Umlaufstollen von 3620 m Länge für die Bleilochsperre an der oberen Saale mit einem Stauinhalt von 215 Mill. m³; der Sorpe-Staudamm des Ruhrtalsperrenvereins mit 57 m Höhe, 81 Mill. m³ Stauraum für Wasserversorgung und Kraftgewinnung[11]); die Talsperre Lehnmühle mit 48 m Höhe; das Pumpspeicherwerk Niederwartha bei Dresden mit 140 m Hubhöhe und 60 000 kW Leistung; der Bau der Talsperren im Westharz im wesentlichen für Trinkwasserversorgung und Hochwasserschutz[12]); der zweite Ausbau der Mittleren Isar, Kraftwerk Pfrombach[13]) und schließlich das Pumpspeicherwerk Herdecke-Hengstey an der Ruhr, für eine Leistung von 150 000 kW bei 150 bis 160 m Hubhöhe, das an der Edertalsperre (Förderhöhe 37,5 m) und die Erweiterung des Leitzachwerkes (Erhöhung der Spitzenleistung auf 35 000 PS, außerdem Einrichtung einer Pumpenspeicherung[13]).

Im Ostharz sind für den Ausbau der Bode genaue Entwürfe für mehr als 100 Mill. m³ Talsperrenraum aufgestellt und neuerdings für Spitzenkraft- und Pumpspeicherwerke von zusammen 78 000 kW Ausbauleistung von mir bearbeitet[14]). Auch schweben bedeutende Pläne dieser Art der AEG für die Südeifel, die Urtalsperre mit 800 Mill. m³ Stauinhalt[15]), und ferner sind in der Nordeifel an der Rur mehrere großzügige Entwürfe im Wettbewerb ausgearbeitet und werden zur Zeit nachgeprüft. [B 1406]

E. Mattern

[6]) Berichterstattung Weltkraftkonferenz 1926 Bd. 1 S. 667.
[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 354 u. 418. Siemens Jahrbuch 1928 S. 81.
[8]) Wasserkraft u. Wasserwirtschaft Bd. 23 (1928) S. 25.
[9]) „Bautechnik" Bd. 48 (1928) S.
[10]) Z. Bd. 72 (1928) S. 81 u. 449.
[11]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 47 (1927) S. 445.
[12]) „Wasserkraft u. Wasserwirtschaft" Bd. 22 (1927) S. 271 u. f.
[13]) „Wasserkraft u. Wasserwirtschaft" Bd. 23 (1928) S. 1. Wasserkraftjahrbuch 1927/28 S. 1.
[14]) „Wissenschaft u. Wirtschaft", herausgeg. vom Hauptverein deutscher Ingenieure in der Tschechoslowakei, Bd. 3 S. 65, Brünn 1927; Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 48 (1928) S. 338.
[15]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 46 (1926) S. 420.

Straßenbau [1])

Straßenbefestigungen Auf allen Gebieten der Straßenbefestigungen sind Fortschritte erzielt worden. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre haben alle Kreise gelernt. Der Teerstraßenbau hat aus der Verbesserung des Teeres Vorteile gezogen und 1927 rd. 60 000 t Teer im Straßenbau abgesetzt. Der Asphaltstraßenbau hat seine Bauweisen vornehmlich auf dem Gebiete der Kunstasphaltbeläge durch sorgfältige Zusammensetzung der Gesteinkörnungen vervollkommnet. Betonstraßen sind in allen Gegenden Deutschlands ausgeführt worden, deren Verhalten noch abgewartet werden muß. Große Anwendung haben die Emulsionen von Asphalt und Teer gefunden. Die chemische Industrie hat eine große Zahl auf den Markt geworfen, so daß der Überblick erschwert ist. Einige haben bereits ihre Brauchbarkeit sowohl in der Oberflächenbehandlung wie im Tränkverfahren erwiesen.

Prüfung der Straßenbaustoffe Am 17. März 1927 hat der Reichsverkehrsminister den deutschen Ausschuß für Prüfung und Normung der Straßenbaustoffe gebildet. Der ersten Sitzung sind von einem Vorbereitungsausschuß, der aus den Fachdozenten der deutschen Technischen Hochschulen bestand, die „Vorläufigen Leitsätze für die Prüfung von natürlichen Gesteinen zum Straßenbau, von Asphalt und Teer" vorgelegt worden. Sie unterliegen jetzt der Kritik der Straßenbaubehörden und der Industrie. Zugleich sind die Versuchsanstalten für Straßenbau an den Technischen Hochschulen an der Arbeit, durch weitere For-

[1]) Vergl. Z. Bd. 42 (1928) Nr. 19, Fachheft Straßenbau.

schungsarbeiten sichere Grundlagen für die Prüfung und Bewertung der einzelnen Stoffe und Bauweisen zu schaffen.

Straßenbaumaschinen Zur Erhöhung der Leistung im Straßenbau unter möglichster Einschränkung der Handarbeit sucht die Maschinenindustrie Maschinen jeder Art und Leistung herauszubringen. Die Maschinen des Betonstraßenbaues sind den amerikanischen Vorbildern nachgeahmt, werden aber auch nach neuen Gesichtspunkten ausgeführt. Bei den in großem Umfange gebrauchten Dampfwalzen wird der Antrieb durch Dieselmotoren, bessere Steuerung und größere Wendigkeit angestrebt. Für die maschinelle Reinigung der Decken mit Druckluft sind verschiedene Geräte ausgebildet und für die Ausbreitung von Asphalt und Teer bei Oberflächenbehandlung und Tränkverfahren sowie für die dabei notwendige Abgrusung der Decken selbstfahrende Sprenger und Streumaschinen gebaut worden.

Versuchstraßen Die ersten Versuchsreihen auf der vom Deutschen Straßenbauverband gebauten Versuchstraße in Braunschweig sind beendet und haben wertvolle Aufschlüsse ergeben, z. B. daß die Luftreifen die Straße nicht in dem Maß angreifen, wie Kissen- und Vollgummireifen. Neue Versuche sind aufgenommen, um den Einfluß der Belastung der Wagen zu klären. Als Versuchstraße ist auch der Nürburgring[2])

Nördliche in Beton ausgeführte Schleife des Nürburgringes.

ausgebaut worden. Er wird Gelegenheit bieten, nicht nur im Straßenbau, sondern auch im Kraftfahrwesen Versuche anzustellen. Eine Reihe anderer Versuchstraßen, die aber dem öffentlichen Verkehr dienen, sind von einzelnen Verwaltungen angelegt[3]).

Kraftwagenstraßen Es ist noch nicht entschieden, ob die ausschließlich dem Kraftwagenverkehr dienenden Straßen für Deutschland angebracht sind. Der Bau der Straße Köln – Düsseldorf ist wohl dadurch erschwert, daß der Reichsverkehrsminister die Erhebung von Abgaben nicht genehmigen will. Der Reichsverkehrsminister und der Deutsche Straßenbauverband halten den Ausbau des vorhandenen deutschen Straßennetzes und seine Anpassung an den Kraftwagenverkehr für allein notwendig. Demgegenüber glauben Verwaltungen und wirtschaftliche Verbände, daß Kraftwagenbahnen, wie die von Hamburg–Frankfurt–Basel mit Anschlüssen an die Schweiz und Italien einem Verkehrsbedürfnis entsprechen und ihr Bau als privatwirtschaftliches Unternehmen möglich ist und sich verzinsen wird. Die Provinz Rheinland verfolgt neuerdings den Plan einer Kraftwagenbahn Köln – Bonn.

[B 1365] Neumann

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1129.
[3]) Vergl. Jahrbuch der deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1927 S. 98.

Verkehr

Die Deutsche Reichsbahn

Wirtschaftlichkeit Den Eisenbahnen Deutschlands, vornehmlich der Deutschen Reichsbahn, kam die günstige Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im Jahre 1927 zugute. Die im Jahr 1926 (teilweise unter dem Einfluß des englischen Kohlenstreiks) zu beobachtende Aufwärtsbewegung hielt während 1927 an. Am deutlichsten zeigte sich dies in dem Sinken der Arbeitslosenzahl, die zeitweise einen niedrigsten Stand von nur etwa 6 vH der Erwerbstätigen erreichte. Dementsprechend stiegen die Verkehrsmengen und hiermit die Einnahmen, und zwar gegenüber dem Vorjahr im Personenverkehr um etwa 4 vH, im Güterverkehr um rd. 18 vH, obwohl im Laufe des Jahres 1927 nicht unwesentliche Tarifsenkungen gewährt werden konnten.

Insgesamt haben die Einnahmen — gegenüber einer Vorausschätzung von 4,2 Milliarden *M* — rd. 5 Milliarden Mark betragen. Dieser Mehreinnahme standen aber auch höhere Ausgaben gegenüber, zunächst an Kapitallasten (Reparationszahlungen usw.), dann an Gehältern, Löhnen, sozialen Leistungen usw. Jedoch war es der Reichsbahn glücklicherweise möglich, einen beträchtlichen Teil der steigenden Einnahmen der deutschen Volkswirtschaft dadurch unmittelbar wieder zuzuführen, daß das früher gedrosselte Beschaffungsprogramm wieder aufgenommen werden konnte; außerdem wurden die Tarife gesenkt (s. u.).

Leider war es der Reichsbahn aber, trotz der günstigen Verkehrsentwicklung und trotz des hohen Ansehens, dessen sich die Reichsbahn, namentlich auch bei den Wirtschaftsführern des Auslandes, erfreut, nicht möglich, Anleihen aufzunehmen (weder im Inland noch im Ausland). Demgemäß mußten auch die Anlagen (Erweiterungen, Neubauten, Verbesserungen, Vermehrungen), die eine Vermehrung der Wertsubstanz darstellen, die also aus neu aufzunehmenden Kapitalien zu bestreiten sind, zunächst aus laufenden Mitteln bestritten werden, nämlich aus dem Vortrag aus dem Vorjahr, aus Rückstellungen und zum Teil auch aus dem Betriebsüberschuß. Hierbei sei erwähnt, daß es gleich zu Beginn des Jahres 1928 gelungen ist, eine Anleihe von 200 Mill. *M* bei den deutschen Banken aufzunehmen; in dieser Beziehung beginnt also das Jahr 1928 besser, als das Jahr 1927 geschlossen hat, jedoch müssen für 1928 die erheblichen Mehrausgaben für Gehälter und Reparationen beachtet werden, so daß größte Vorsicht in der Wirtschaftsführung geboten ist.

Personenverkehr Für die erwähnte Zunahme von 4 vH gegenüber dem Vorjahre brauchten die Betriebsleistungen nicht wesentlich gesteigert zu werden; immerhin wurden mehrfach neue Züge eingelegt; auch wurde die Geschwindigkeit vielfach erhöht. Die grundlegende Umgestaltung des Personenzug-Fahrplans wurde während des Jahres 1927 so gefördert, daß mit dem Sommerfahrplan 1928 wesentliche Beschleunigungen der Schnellzüge eintreten werden. In den Personentarifen konnten viele Einzelerleichterungen eingeführt werden, die namentlich der Ausbildung, der Erholung und dem Besuch von Messen zugute kommen. Der Expreßgutverkehr hat sich weiter günstig entwickelt.

Güterverkehr Der Vermehrung um 18 vH stehen Vermehrungen der Betriebsleistungen (Güterzugkilometer, Achskilometer, Belastung der Verschiebebahnhöfe) von etwa 10 bis 16 vH gegenüber, woraus sich ergibt, daß der gesamte „Apparat" günstiger gearbeitet hat. Die sogenannte Güterwagengestellung, die einen recht brauchbaren Vergleichswert zur Beurteilung der Verkehrsentwicklung darstellt, erreichte im Oktober 1927 den Wert von 166 400 Wagen, denen als umgerechneter Vergleichswert für das letzte Friedensjahr (Herbst 1913) 142 300 Wagen gegenüberstehen. Die Stellung der Wagen machte keine Schwierigkeiten. Obwohl sich infolge der Verzögerung der Ernte die Wagenanforderungen stark zusammendrängten, trat der sonst so gefürchtete

Wagenmangel nicht ein. Hier beginnen sich die Erfolge zu zeigen, die die Betriebswissenschaft, also die wissenschaftliche Durchdringung des Eisenbahnbetriebes (der Zugbildung, des Fahrplans, der Verschiebetechnik usw.) erzielt.

Tarife Das Gütertarifwesen stand unter dem Zeichen vieler, im allgemeinen allerdings an sich kleiner Ermäßigungen. Viele Sonderermäßigungen konnten gewährt werden, und zum 1. August 1927 trat eine Umgestaltung der Normaltarife in Kraft, die hauptsächlich den höheren Güterklassen und den Nahentfernungen zugute kam und die hier noch bestehenden Härten ausglich.

Wie nun einmal die deutsche Verkehrspolitik eingestellt ist, hat die Reichsbahn nicht nur ihre vollen Selbstkosten selber zu tragen, sondern sie ist auch noch mit sogenannten „politischen Lasten" beschwert; sie hat außerdem die unbedingte Beförderungspflicht und hat auf sozialen und nationalen Gebieten (für die Volksgesundheit, die Ausbildung, die Gebirgs- und Grenzgebiete usw.) wichtige Aufgaben zu erfüllen. Die andern Verkehrsmittel dagegen sind nicht so belastet und erhalten noch dazu große Zuschüsse von der Allgemeinheit, indem ihnen die „Wege" nahezu kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Die Bautätigkeit beschränkte sich auf die Weiterführung begonnener Bauten; leider stehen hier die Mittel nicht so zur Verfügung, wie die Reichsbahn dies zur Beschleunigung der Bauten selber wünschen müßte. Immerhin konnten manche Neubaulinien und zahlreiche Erweiterungen von Bahnhöfen, Lokomotivstationen usw. und viele Hochbauten dem Betrieb übergeben werden. An besonderen Leistungen sei die Umstellung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen auf elektrischen Betrieb erwähnt, die sehr schnell vor sich geht, ferner die Vollendung des Dammes und der Schnellzuglinie nach Westerland-Sylt. Hervorzuheben sind auch die Verbesserungen zahlreicher Verschiebebahnhöfe, die das Stillegen andrer Bahnhöfe und die Verbesserung und Verbilligung der Zugbildung und Zugförderung ermöglichen.

Großes wurde erreicht auf dem Gebiete des Brückenbaues. Die den neuen Radlasten entsprechende Verstärkung der Brücken wurde planmäßig fortgesetzt; von den zahlreichen dem Betrieb übergebenen neuen Brücken seien nur die größten genannt: Oderbrücken bei Oppeln, Frankfurt und Stettin, Elbebrücke bei Hamburg, Weserbrücken bei Bremen und Wehrden, Rheinbrücken bei Wesel und Duisburg, Mainbrücken bei Hanau und Frankfurt, Ravennabrücke im Schwarzwald. Auch die wissenschaftliche Beherrschung des Brückenbaues wurde von der Reichsbahn kraftvoll gefördert.

Fahrzeuge Außer dem im folgenden Beitrag „Eisenfahrzeuge" Ausgeführten sei hier erwähnt, daß die Arbeiten für die Normung und den Austauschbau, der Ersatz der Gasbeleuchtung in den D-Zugwagen durch elektrische Maschinenbeleuchtung und der Einbau von Hülsenpuffern, verstärkten Kupplungen und verstärkten Tragfedern fortgesetzt wurden. Zur Vergrößerung der Bequemlichkeit in den Zügen sind Sonder-D-Zugwagen mit besonderer innerer Ausstattung entworfen und 20 solche Wagen zur Bildung von FD-Zügen bestellt worden. Über „Elektrische Zugförderung" und „Werkstättenwesen" folgen ebenfalls besondere Beiträge. [B 1460]

Blum

Eisenbahnfahrzeuge

Dampflokomotiven Auf der Deutschen Reichsbahn erschien neben der 1 E-Drillingslokomotive, Reihe 44, die gleiche Lokomotive mit zwei Zylindern, Reihe 43. Bei der Drillingsmaschine sind naturgemäß die inneren und äußeren Abkühlungsflächen und die Dichtflächen der Schieber und Kolben größer und deshalb ist der Dampfverbrauch etwas höher als bei der Zwillingsmaschine. Dies beschränkt ihre Anwendung auf die Fälle, wo die bessere Ausnutzung des Reibungsgewichtes den Ausschlag gibt und wo zwei Zylinder nicht mehr untergebracht werden können. Die bayerische Lokomotive S 3/6 mit vergrößertem Überhitzer hat sich als sehr leistungsfähig erwiesen. Die planmäßige Anwendung von Heißdampf mit 400° und hohem Druck hat sich bewährt und den Dampfverbrauch vermindert. Luftsaugventile dürfen aber nicht angebracht werden, weil bei Luftzufuhr das Öl verbrennt. Von den neuen Einheitsbauarten hat die Reichsbahn die leichte 1 C 1-Tenderlokomotive, Reihe 64, die 1 C-Personenlokomotive, Reihe 24, und die E-Verschiebelokomotive, Bauart Luttermöller, in Dienst gestellt.

Viel Beachtung hat die Schmidt-Henschelsche 2 C-Lokomotive mit 60 at Druck gefunden, die bemerkenswerte Kohlenersparnis gebracht hat. Die Lösung der sehr schwierigen Frage der Kohlenstaubfeuerung durch die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und die Studiengesellschaft für Kohlenstaubfeuerung (Henschel) ist von größter Bedeutung für die deutsche Kohlenwirtschaft. Bemerkenswert ist im englischen Einflußgebiet die starke Verbreitung der Garratt-Lokomotive, die bis zu den größten Leistungen von vielen deutschen Fabriken gebaut worden ist.

In den Vereinigten Staaten wird zur Unterstützung der großen Feuerbüchse in steigendem Maß ein zweiachsiges Bisselgestell verwendet, so daß die 2 D 2-Lokomotive bald als Regel im schweren Personenzug- und Gebirgsdienst gelten wird. Die 1 D-Lokomotive der Boston-Albany-Bahn mit 26 at Druck, Wasserrohr-Feuerbüchse und Dreizylinder-Verbundmaschine hat eine Nachfolgerin gefunden. Hilfsantrieb an Schleppachsen oder Tenderdrehgestellen wird immer häufiger, weil er die Anpassungsfähigkeit der Lokomotive an schwierige Betriebsverhältnisse erhöht.

Diesellokomotiven Die 2 E 1-Getriebe-Lokomotive (MAN, Krupp, Hohenzollern) hat im regelmäßigen Betrieb in Rußland ihre Lebensfähigkeit erwiesen. Sie ist sparsamer und leistungsfähiger als die 1 E 1-Dieselelektrische mit dem gleichen Motor[1]). Infolge der unvollkommenen Schalt- und Regelvorrichtung wurden anfangs Züge zerrissen; dies hat aufgehört, nachdem die Mannschaft sich an die Bedienung gewöhnt hat. Die Boston- und Maine-Bahn hat von Krupp eine Getriebelokomotive von 1650 PS bezogen. Diesellokomotiven von weniger als 600 PS Motorleistung wurden von verschiedenen Firmen gebaut, trugen bei solcher Leistung aber noch nicht zur Lösung der Frage bei. In England ist eine Kitson-Still-Diesellokomotive in Betrieb gesetzt worden, über deren Leistungen noch nichts Abschließendes gesagt werden kann. Der unmittelbare Antrieb (ohne Kupplung und veränderliche Übersetzung) findet hier nach langer Zeit wieder Anwendung. — Die 2 C 2-Diesellokomotive der Deutschen Reichsbahn (Eßlingen, MAN) ist fertiggestellt worden, jedoch noch nicht endgültig erprobt, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1004, 1046, 1710, 1721.

Triebwagen Der starke Wettbewerb der Kraftwagen belebt in den Vereinigten Staaten den Bau der Straßenbahnwagen. Sie werden möglichst bequem und gefällig ausgestattet; auffallend ist die häufige Anwendung der Gelenk-Doppelwagen mit Jakobs-Drehgestellen.

Personenwagen Die Deutsche Reichsbahn untersuchte planmäßig die Gangart der Drehgestelle verschiedener Bauarten, von denen sich die Görlitzer bisher als vorteilhafteste erwiesen hat.

Die südafrikanischen Bahnen mit 1067 mm Spur haben für Vorortverkehr eine neue Bauart zweistöckiger Wagen gefunden. Über den Drehgestellen sind die Wagen einstöckig mit der üblichen Einsteighöhe, zwischen den Drehgestellen ist das untere Stockwerk mit Längssitzen, Rücken an Rücken, versenkt, wobei die Hauptlängsträger unter der Fensterbrüstung gerade hindurchgehen; im oberen Stockwerk kehren die Fahrgäste den Fenstern den Rücken zu. Die Möglichkeit, innerhalb des Wagens auf kurzen Treppen ein beliebiges Stockwerk betreten zu können, und die starke Bauart sind wesentliche Fortschritte. [B 1355]

F. Meineke

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 879, 959.

Elektrische Zugförderung

Umfang des elektrischen Zugbetriebes Zu Beginn des Jahres 1927 war im Bereich der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft elektrischer Zugbetrieb auf 1006 km Streckenlänge, das sind rd. 1,9 vH der Gesamtstreckenlänge, vorhanden. Im Jahr 1927 sind Strecken von insgesamt 213 km Länge, die zumeist in Bayern liegen, für den elektrischen Betrieb umgebaut worden, so daß am Ende des Jahres 1219 km oder rd. 2,3 vH der gesamten Streckenlänge elektrisch betrieben wurden. Zum letztgenannten Zeitpunkt waren im elektrischen Ausbau begriffen 325 km. Hierin sind 155 km der Berliner Stadt- und Ringbahn nebst den anschließenden Vorortstrecken enthalten.

Mehrere der umgebauten und noch im Umbau begriffenen Strecken sind Restglieder wichtiger Durchganglinien. Hierzu gehören insbesondere die Strecken Regensburg – München – Kufstein und Freilassing sowie Breslau – Hirschberg – Görlitz.

Stromerzeugung In den drei bahneigenen Dampfkraftwerken Altona, Mittelsteine und Muldenstein wurde mit der Aufstellung neuer Bahnmaschinensätze begonnen. Danach wird die Leistung (Einphasenwechselstrom) in Altona 28 500, in Mittelsteine 24 000 und in Muldenstein 27 300 kW betragen. Auch in den Kraftwerken der Mittleren Isar A.-G., an der die Deutsche Reichsbahn beteiligt ist, wurde im verflossenen Jahr eine Vergrößerung der Bahnmaschinenleistung in Angriff genommen. Für das Kraftwerk Eitting wurde der Bau eines zweiten Bahnmaschinensatzes von 8500 kW begonnen und für das im Bau begriffene unterste Isar-Kraftwerk Pfrombach wurde ein Maschinensatz zur Einphasen- und zur Drehstromerzeugung bestellt, dessen Einphasenstromerzeuger eine Leistung von 14 000 kW erhält.

Für die im Berichtjahr auf elektrischen Betrieb umgestellten Fernbahnen konnten die Unterwerke Rosenheim, Burgweinting und Breslau wegen Mangels an Geldmitteln nicht fertiggestellt werden. Der Strom wird deshalb behelfsmäßig geliefert, z. T. aus dem Netz der Österreichischen Bundesbahnen, z. T. unter Verwendung der Fernleitungen als Verstärkung der Fahrleitung. Für die Berliner nördlichen Vorortbahnen sind die beiden Gleichrichterwerke Tegel und Hennigsdorf in Betrieb gekommen. Die Leistung der in den Unterwerken insgesamt eingebauten Maschinen und Gleichrichter beträgt für Wechselstrom rd. 123 000 kVA und für Gleichstrom rd. 160 000 kW, worin bereits die Leistung der im Bau begriffenen Unterwerke enthalten ist.

Leitungen Für die neu zu erbauenden Unterwerke in Bayern und Schlesien wurden die Fernleitungen mit insgesamt rd. 250 km Leitungslänge zum großen Teil fertiggestellt. Für die Versorgung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen begannen die Elektrowerke mit der Herstellung besonderer Fernleitungen aus ihren Braunkohlenkraftwerken; ferner haben die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke die nach den Stromübergabestellen führenden 30-kV-Kabel gelegt.

Fahrzeuge Zu Beginn des Berichtjahres betrug der Bestand 301 elektrische Lokomotiven und 343 elektrische Fahrleitungs-Triebwagen. Während des Jahres 1927 wurden 24 Lokomotiven und 22 Triebwagen angeliefert sowie 8 Lokomotiven ausgemustert. Demnach betrug der Bestand am Ende des Jahres 317 Lokomotiven und 365 Triebwagen. Am gleichen Zeitpunkt waren 97 elektrische Lokomotiven und 356 Triebwagen (hiervon 341 für Berlin) im Bau.

Die neuen elektrischen Lokomotiven mit Einzelantrieb bewähren sich aufs beste. So hat im Berichtsjahr die Schnellzuglokomotive der Achsfolge 2 D_0 1 mit Einzelantrieb nach Westinghouse-Kleinow rd. 100 000 km größtenteils auf den gebirgigen Strecken in Schlesien zurückgelegt. Die schweren Schnellzuglokomotiven mit Buchli-Antrieb, die in Bayern zum Teil erst während des Berichtjahres angeliefert wurden, legten im Monatsmittel mehr als 7700 km zurück. Ende 1927 wurden eine Schnellzuglokomotive ebenfalls der Achsfolge 2 D_0 1 mit Tatzlagermotoren und eine schwere Güterzuglokomotive der Achsfolge 1 $C_0 + C_0$ 1 mit Tatzlagermotoren angeliefert. Letztere hat 3100 PS Dauerleistung (nach den Reichsbahn-Erwärmungsvorschriften) und eine größte Anfahrzugkraft am Radumfang von 36 t. Sie vermag eine Anhängelast von 2200 t auf Strecken mit geringen Steigungen zu ziehen. Endlich wurde im verflossenen Jahr eine Versuchs-Schnellzuglokomotive der Achsfolge 2 D_0 1 fertiggestellt, deren Motoren mittels eines doppelten Rädervorgeleges auf die Triebachsen wirken.

Am Schluß des Berichtsjahres wurde ferner der erste von sechs für Schnellfahrt bestimmten Wechselstrom-Triebwagen angeliefert. Der Bau der 341 für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn bestimmten Gleichstrom-Triebwagen wurde soweit gefördert, daß Ende 1927 mit dem Einbau der elektrischen Ausrüstung in den wagenbaulichen Teil begonnen werden konnte.

Elektrische Zugheizung Diejenigen D-Zug- und sonstigen Personenwagen, die auf längeren elektrisch betriebenen Strecken verkehren, werden nach und nach mit elektrischer Zugheizung ausgerüstet. Ferner haben elektrische Zugheizung bereits sämtliche nach der Schweiz verkehrenden Kurswagen erhalten. Insgesamt wurden 1927 annähernd 600 Personen- und Gepäckwagen ausgerüstet, und zwar etwa 500 für reinen Wechselstrombetrieb, die übrigen nach den im Internationalen Eisenbahnverband festgelegten Vorschriften für Wechselstrom- und Gleichstrombetrieb. [B 1374] Wechmann

Eisenbahnwerkstätten

Stillegungen und Neubauten In beharrlicher Entwicklung der planmäßigen Werkstättenarbeit konnten 18 unzulängliche oder zum Arbeitsanfall ungünstig liegende Werkstätten und 42 Werkabteilungen geschlossen sowie neue Bauvorhaben wesentlich eingeschränkt werden. Der Neubau der Werkstätten für elektrische Fahrzeuge in Dessau und Freymann bei München wurde soweit gefördert, daß diese Ausbesserungswerke im Frühjahr 1928 in Betrieb genommen werden konnten. Die Sonderwerkstätte in Niederschöneweide-Johannisthal für die elektrischen Triebwagenzüge der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, die einen Kostenaufwand von 11,3 Mill. ℳ erfordert hat, wurde nach der kurzen Bauzeit von einem Jahr am 15. Oktober 1927 in Betrieb genommen. Ferner konnte die neue Dampflokomotiv-Werkstatt in Braunschweig eröffnet werden.

Arbeitsverfahren In den Eisenbahnwerkstätten sind die Arbeitsverfahren soweit entwickelt, daß im Jahre 1927 mit dem gesetzmäßigen Aufbau der Ausbesserarbeit begonnen worden ist. Die Arbeitsdichte konnte weiter vergrößert, die Arbeitzeiten für die Instandsetzung der Fahrzeuge verringert und in den betriebenen Werkstätten weiter erheblich an Raumbedarf gespart werden. Alle Arbeitsabschnitte sind in eine taktische Abhängigkeit gebracht worden und diese Arbeitsteilung hat zwangläufig zur Rationalisierung des Förderdienstes, zur planmäßigen Gliederung der Fertigungswerkstätten und zu ihrer zweckdienlichen Lage untereinander und zu den Aufbauhallen geführt.

Der Arbeitsfluß ist nach sorgfältiger Arbeitsvorbereitung in Arbeitsdiagrammen festgelegt, die den Arbeitsaufwand, die Arbeitsdauer zeigen und eine gleichmäßige Belastung der einzelnen Werkstätten gewährleisten.

Normung Diese sparwirtschaftliche Durchbildung der Ausbesserarbeit wurde maßgebend beeinflußt durch die Normung der Bauteile. Die Normung einer größeren Zahl von Lokomotiven, Personen- und Güterwagen ist durchgeführt. Es sind wesentliche Ersparnisse in der Unterhaltung der Fahrzeuge mit den genormten Teilen im Austauschbau gemacht worden.

Auch auf dem Gebiete der Geräte hat die Normungsarbeit wesentliche Fortschritte gemacht und dazu beigetragen, die Unterhaltung zu verbilligen. Beim Massenbezug genormter Teile ist nach den Vergleichsrechnungen bei einzelnen Stücken eine mittlere Ersparnis von 15 vH des Beschaffungswertes erzielt worden. Die Ausbesser-

Jahresschau der Technik 1927/28

Garrat-Union-Lokomotive für die Südafrikanischen Eisenbahnen.
Achsfolge: 2 C 1 + 1 C 2, Spurweite 1067 mm, Dienstgewicht 187,5 t, Zugkraft am Treibradumfang 18 500 kg.

Halbzug der Berliner Stadtbahn mit Gleichstrom-Triebwagen.

Eisenbahn-Ausbesserwerk Berlin-Niederschöneweide, Richthalle und Wagenstände.

Jahresschau der Technik 1927/28

Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona". Länge über alles 205,9 m, Breite über Spanten 25,7 m, Seitenhöhe bis zum D-Deck 14,3 m. Bruttoraumgehalt 27 560 R.-T., Geschwindigkeit 20 Kn, Maschinennutzleistung 24 000 PS.

Junkers-Ganzmetall-Flugzeug mit drei luftgekühlten 450 PS-Motoren, 30,3 m Spannweite, 16 m Länge über alles für 15 Fluggäste.

zeiten genormter Fahrzeuge und Geräte sind kürzer geworden, die Ersatzstücke brauchen nicht mehr angepaßt zu werden, die Ersparnisse an den Lohnstunden betragen im Mittel 12 vH. Infolge der kürzeren Ausbesserzeit werden die Fahrzeuge dem Verkehr schneller zugeführt, so daß man mit einem geringeren Fahrzeugbestand auskommt. Die Ersparnisse an Lohn und Kapitaldienst sind so groß, daß die Verzinsung der vergrößerten Lagerbestände an Ersatz- und Austauschstücken nicht ins Gewicht fällt.

Mit der planmäßigen Gestaltung der Unterhaltungsarbeit und der Entwicklung der Normung konnten auch die Werkstofflager durch Einschränkung der Sorten nach Zahl und Umfang eingeschränkt werden, obgleich mit Zunahme des Eigengewichts der Fahrzeuge auch die Ausgaben für Stoffe und Ersatzteile zunehmen. Es muß im Mittel damit gerechnet werden, daß auf 1 Mill. t Fahrzeuggewicht 10 Mill. ℳ für Werkstoffe und Ersatzteile, aufzuwenden sind, gleich rd. 1,25 vH des Wertes der Fahrzeuge.

Abrechnungswesen Die Durchführung von Stückzeitstunden nach sorgfältiger Arbeitsvorbereitung wurde fortgesetzt, um an Stelle der erfahrungsmäßig gefundenen Gedingezeiten zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen.

Die Unterlagen aber für die Nachprüfung der Wirtschaftlichkeit des Werkstättenwesens soll die im Jahre 1927 nach langer Versuchsarbeit fertiggestellte Vorschrift für die Vollabrechnung in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken bringen. Sie soll mit der planmäßigen Erfassung der Selbstkosten die Möglichkeit geben, die Kunden der Werkstätten zutreffend zu belasten und die Ergebnisse in Wirtschaftsabschlüssen und Bilanzen darzustellen.

Arbeitskräfte Die Deutsche Reichsbahn beschäftigt in ihren Ausbesserungswerken und den Werkstätten der Betriebswerke mit der Unterhaltung des Fahrzeugparks, der mechanischen, maschinellen Anlagen und sonstigen Arbeiten, wie Weichenunterhaltung, Durchführung von Versuchen usw. 100 000 Tagewerksköpfe und 10 000 Beamte, daneben versehen noch rd. 3700 Arbeiter nichtwerkenden Dienst als Hilfsbeamte. Der größere Teil dieser Kräfte bedeutet eine bewußte Verstärkung des technischen Dienstes, um die Bestrebungen, die auf wirtschaftliche Arbeitsweise und Güte der Arbeitsverfahren hinzielen, durchzusetzen.

Allgemeine Erfolge Die grundlegenden organisatorischen Maßnahmen zur Verbesserung der G ü t e d e r A r b e i t, wie Verstärkung der technischen Leitung zur sorgfältigen Arbeitsvorbereitung, Arbeitsprüfung, Genaumeßverfahren und die Maßnahmen zur B e s c h l e u n i g u n g d e r A r b e i t, wie Gedingeverfahren, Fristverfahren und Austauschbau haben dem Verkehrs- und Betriebsdienst erhebliche Vorteile gebracht. Dank dem guten Zustande der Fahrzeuge sind Betriebstörungen, Heißläufer, Dampfmangel, Zugtrennungen usw. wesentlich weniger oft vorgekommen. Ein Teil der großen Ersparnisse ist zweifellos auf die stetig zunehmenden technischen Fortschritte im Werkstättenwesen zurückzuführen. Durch Einführung wissenschaftlicher Arbeitsverfahren konnten die Leistungen der Fahrzeuge im Betriebe vergrößert und die Ausgaben im eigentlichen Werkstättendienst verringert werden. Gleichzeitig erhielten die Arbeitnehmer im Werkstättendienst bessere Arbeitsbedingungen und größere Sicherheit.

[B 1345] K ü h n e

Kraftfahrzeuge

Verkehr Die Verwendung des Kraftfahrzeuges als Verkehrsmittel hat auch im Jahre 1927 lebhaft zugenommen, wie die Statistiken[1]) beweisen. Vom Gesamtbestand der Erde, der auf 27,706 Mill. Personen- und Lastkraftwagen geschätzt wird (Zunahme gegenüber dem Vorjahre 3,168 Mill. oder 13 vH), entfällt allerdings immer noch ein ganz geringer Bruchteil auf das Deutsche Reich (0,36 Mill.) und auf ganz Europa (3,115 Mill.). Allein die Ausfuhr von Kraftwagen beginnt, auch für die Vereinigten Staaten eine wichtige Rolle zu spielen, da der Absatz im eigenen Lande immer schwieriger wird.

In Deutschland hat sich der Gesamtbestand an Kraftfahrzeugen um 27 vH, also weit über das gesamte Mittel, gesteigert, wenn man die Krafträder einrechnet. Dies eröffnet dem Absatz günstige Aussichten. Am Fortschritt des Kraftverkehrs sind auch die Nutzkraftwagen in hohem Maße beteiligt, deren Entwicklung man bei uns seit jeher besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat. Auf diesem Gebiet ist auch der Wettbewerb des Auslandes unwesentlich.

Bauart Der Abschluß der Beratungen über die Neuregelung der deutschen Kraftwagensteuer hat, wenn er auch nicht voll befriedigt haben mag, doch wenigstens den Erfolg gehabt, daß man in weiten Verbraucherkreisen erkannt hat, wieviel wichtiger es ist, die Fahreigenschaften eines Kraftwagens zu verbessern, als die mögliche Höchstgeschwindigkeit zu steigern. Dieser Erkenntnis verdanken die Motoren mit größerem Zylinderinhalt und mit 6 und 8 Zylindern die günstige Aufnahme, die sie in Abnehmerkreisen gefunden haben.

Auch bei Nutzkraftwagen macht das Bedürfnis nach größeren Motoren Fortschritte. Hier ist ferner, insbesondere bei den Kraftomnibussen, der Fortschritt im Tieferlegen des Gesamtschwerpunktes hervorzuheben. Eine ganz neue Entwicklung der Bauart bereitet sich in den Kraftwagen mit drei Achsen vor, von denen die beiden hinteren angetrieben werden oder die hinterste nur als Schleppachse ausgeführt wird. Solche Fahrzeuge beginnen, als Mittel zum Befördern sehr großer Lasten oder sehr vieler Fahrgäste eine Rolle im Verkehr zu spielen. Eine besondere Anwendung finden diese Fahrzeuge außerdem als Schlepper in schwierigen Geländen.

Motoren Die gesteigerten Anforderungen an ruhigen, von Schwingungen freien Lauf bei höheren Drehzahlen haben dazu beigetragen, die Einführung der Motoren mit sechs und mehr Zylindern zu beschleunigen. Trotz ihrer größeren Baulänge haben sich dabei fast nur Reihenmotoren eingeführt. Aus dem gleichen Grunde haben die Leichtmetallkolben endgültig auch bei uns Fuß gefaßt, obgleich es nicht ganz gelungen ist, zu verhindern, daß das verhältnismäßig große Spiel dieser Kolben in den kalten Zylindern gelegentlich störende Geräusche hervorruft.

Die Forschung über die Vorgänge bei der Verbrennung und über die Ursache des „Klopfens" gewisser Brennstoffe macht so gute Fortschritte, daß man eine deutliche Steigerung des Verdichtungsverhältnisses feststellen kann und hoffen darf, daß in absehbarer Zeit noch wesentlich höher verdichtende Motoren einwandfrei betrieben werden können. Damit rückt nebenbei auch der Motor mit Ladegebläse seiner Verwirklichung näher, zumal man jetzt erkannt hat, daß durch das Nachladen weder die Höchstdrücke, noch die Höchsttemperaturen im Zylinder zu steigen brauchen. Fahrzeug-Dieselmotoren[2]), an deren Entwicklung deutsche Erfinder bis jetzt den höchsten Anteil haben, machen weiter Fortschritte. Ihre Einführung in den praktischen Fahrzeugbetrieb kann als Tatsache gebucht werden.

Vom Zubehör des Motors wären ein neuer Vorschlag für eine Verdampfkühlung, ferner die Anwendung des von der elektrischen Lichtmaschine erzeugten Stromes für die Zündung sowie einige neue Mittel zum Überwachen und Regeln der Temperaturen im Kühler und am Vergaser zu erwähnen, die die Betriebssicherheit verbessern.

Fahrgestell-Antrieb Die Verbesserung des hergebrachten Schaltgetriebes dahin, daß das Geräusch der Zahnräder infolge der Schaltvorgänge vermieden und die Dauer des Schaltens zur Verbesserung der Fahreigenschaften vermindert wird, beschäftigen noch immer viele erfinderische Köpfe. Auf allen bekannten Wegen, dem rein mechanischen, dem hydraulischen und dem elektrischen, sind neue, beachtenswerte Vorschläge zu verzeichnen, über die kürzlich[3]) an dieser Stelle berichtet wurde. In der Praxis hat die elek-

[1]) Jahrbuch des Reichsverbandes der Automobil-Industrie, Berlin 1928, Dr. E. Valentin.

[2]) Vergl. Z. Bd. 71 (1297) S. 405. [3]) Vergl. Z. Bd. 72 (1298) S. 269.

trische Kraftübertragung bei mehr als 1000 amerikanischen Omnibussen ihre technische und wirtschaftliche Feuerprobe bestanden. Beim Hinterachsantrieb von schweren Fahrzeugen und Omnibussen dürfte auch bei uns die Schnecke als Übertragungsmittel[4]) mehr Aufnahme finden, seitdem es gelungen ist, die Vorbedingungen für einen Antrieb dieser Art wissenschaftlich aufzuklären.

Bereifung Die Versuche von Becker[5]) haben in Verbindung mit vergleichenden Fahrten auf der Prüfstrecke in Braunscnweig die Kenntnis über die Zusammenhänge zwischen Reifenart und Beanspruchung der Straßendecke durch Fahrstöße wesentlich gefördert. Sie haben insbesondere gezeigt, wie gefährlich gewöhnliche Vollgummireifen für die Straße werden können, sobald ihre Nachgiebigkeit gegenüber der Belastung unter einen bestimmten Wert sinkt. Die Folge dieser Feststellung war das Verbot, solche Reifen bei Kraftwagen zu benutzen, die Anspruch auf die Fahrt mit höherer Geschwindigkeit erheben, durch die Verordnung vom 16. März 1928, und eine weitere Folge dürfte demnächst sein, daß die bisher geltende Grenze von 9 t als Gesamtgewicht eines zweiachsigen Lastkraftwagens unter gewissen Voraussetzungen aufgehoben werden wird.

[B 1615] Heller

[4]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 527.
[5]) „Automobilreifen" Berlin 1927, M. Krayn; Z. Bd. 71 (1927) S. 1411.

Schiffbau und Schiffsmaschinenbau

Schiffbau 1927 wurden die Bemühungen, den Schiffswiderstand und die Maschinenleistung zu verringern, weiter fortgesetzt. Wagner-Ruder mit Schraubenleitflächen, Oertz-Ruder, Balanceruder, sowie das Ruder der Balanced Reaction Rudder Co., Sunderland, die die Wirbelbildungen am Schrauben- und Rudersteven vermeiden und den Wasserstrom einwandfrei führen sollen, hat man auf verschiedenen Schiffen eingebaut, ohne daß man bisher eine entscheidende Überlegenheit der einen Bauart über die andere feststellen konnte[1]). Den Schiffahrtsgesellschaften ist dieser Umstand nicht sehr willkommen, da hierdurch für die Auswahl fast bei jedem neuen Schiff umfangreiche Modellschleppversuche erforderlich sind, um festzustellen, welchen Nutzen die einzelnen Vorrichtungen bringen.

In letzter Zeit ist eine neue Form des Unterwasserschiffs, die bereits seit ungefähr 20 Jahren bekannte Maier-Form, mehrfach ausgeführt worden. Sie unterscheidet sich von der normalen Form durch den schräg nach innen abfallenden Vor- und Achtersteven sowie durch die nahezu dreieckigen Spanten des Vor- und Achterschiffes. Der kürzere Abflußweg des Wassers am Schiffskörper achtern und der störungsfreie Eintritt am Vorschiff sollen je nach der Geschwindigkeit eine Widerstandabnahme von 15 bis 25 vH gegenüber der normalen Form ergeben. Mit diesem geringeren Widerstand würde eine entsprechende Leistungsersparnis verbunden sein, ohne daß besondere Nachteile, wie z. B. Einbuße an Räumte, schlechtere See-Eigenschaften durch diese Form bedingt wären.

Der in England vielfach eingeführte Kanalkiel hat sich ebensowenig wie die längsgewellte Außenhaut des Unterwasserschiffes in Deutschland einbürgern können. Die wellige Außenhaut ist in England einige Male ausgeführt worden und soll den Widerstand bis zu 5 vH verringert haben.

Dieselmotoren Infolge des Wettbewerbs zwischen Dieselmotor und Dampfmaschine ist zunächst der langsam laufende Großdieselmotor mit luftloser Einspritzung in die Schiffahrt eingeführt worden. Die Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, hat bei der Deutschen Werft, Hamburg, drei Schiffe von 10 000 t Tragfähigkeit und 14 Kn Geschwindigkeit mit doppeltwirkenden Zweitaktmotoren nach den Patenten AEG-Hesselmann[2]) im Bau. Bei Hilfsdieselmotoren ist die luftlose Einspritzung fast auf allen im Bau befindlichen Motorschiffen durchgeführt worden.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1051. [2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1726.

Auch bei der Verwendung schnellaufender Dieselmotoren für den Schiffsantrieb sind Fortschritte zu verzeichnen. Es sind zwei Schiffe mit doppeltwirkenden Zweitakt-Dieselmotoren im Bau. Je zwei Motoren arbeiten auf dem einen Schiff mittels eines festen Getriebes, Bauart Blohm & Voß[3]), auf dem anderen mittels eines Flüssigkeitsgetriebes, Bauart Vulkan[4]), auf eine gemeinsame Schraubenwelle. Diese Motoren laufen mit 230 Uml./min bei 110 Uml./min für die Schrauben. Wenn diese Anlagen die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen, ist ein weiterer Fortschritt auf dem Wege zur Steigerung der Wellenleistung und Verminderung der Gewichte und Kosten im Bau von Schiffsdieselmotoren zu verzeichnen.

Kessel und Feuerung Bei den Dampfkraftanlagen erhöht man, besonders auf großen Passagierschiffen, Hand in Hand mit der Verwendung von Wasserrohrkesseln den Dampfdruck mehr und mehr. Der Dampfer „Cap Arcona"[5]) verfügt über zweiseitig mit Öl gefeuerte Wasserrohrkessel für 18 at Dampfdruck. Die Wasserrohrkessel der neuen Schiffe des Norddeutschen Lloyd erhalten 20 und 21 at Dampfdruck. Die Verbrennung von Öl in Schiffskesseln soll durch ein neues Verfahren von Hahn-Eggers weit rationeller gestaltet werden können, das indessen bisher an Bord noch nicht ausgeführt ist.

Für die Verbrennung von Kohlen werden die Bemühungen zur Einführung der mechanischen Feuerung fortgesetzt. Die Hamburg-Amerika-Linie hat für eine Anlage von fünf Kesseln mit je drei Feuerungen den Einbau einer mechanischen Feuerung, Bauart Deutsche Werft-Axer, in Auftrag gegeben, die bereits in Betrieb genommen ist und auf der Probefahrt gut gearbeitet hat. Die Reederei Stinnes hat ebenfalls eine Schiffskesselanlage mit dieser Feuerung ausgerüstet, die bisher gute Ergebnisse gezeigt hat. Der Raupenrost von Blohm & Voss-Adler & Hentzen ist im vergangenen Jahre so weit vervollkommnet worden, daß seine Einführung in den Bordbetrieb baldigst zu erwarten ist.

Die auf dem amerikanischen Dampfer „Mercer" bei Zylinderkesseln eingebaute Kohlenstaubfeuerung[6]) hat zwar die weiteste Aufmerksamkeit der Fachkreise gefunden, doch regten die Versuchsergebnisse nicht zu weiterer Nachahmung an. Die vielen Arbeiten, die auf diesem Gebiet eingesetzt haben, lassen indessen erhoffen, daß die jetzt noch bestehenden Schwierigkeiten bei der Trocknung und Vermahlung der Kohle, sowie bei der Verbrennung des Kohlenstaubes in engen Feuerungen und der Fortschaffung der Asche schließlich doch überwunden werden.

Dampfanlagen Zur restlosen Ausnutzung des erzeugten Dampfes werden die Antriebmaschinen weiter vervollkommnet. Eine Reihe alter Kolbenmaschinen sind mit Abdampfturbinen, Bauart Bauer-Wach[7]) ausgerüstet worden und haben im Mittel eine Dampfersparnis von 22 vH gegenüber normalen Heißdampf-Kolbenmaschinen ergeben. Auch von anderen Firmen werden Einrichtungen vorgeschlagen, die bezwecken, das zwischen dem ND-Zylinder der Kolbenmaschine und dem Kondensator noch verfügbare Wärmegefälle des Dampfes weiter auszunutzen, entweder durch turboelektrische Hilfsmittel oder auch durch eine besondere Art von Abdampfturbinen in unmittelbarer Verbindung mit der Schraubenwelle.

Kühlanlagen Als wesentlichste Neuerung im Hilfsmaschinenbetrieb auf Schiffen muß die weitgehende Verwendung von Ammoniak-Kompressoren und Naßluftkühlern für Schiffskühlräume angesehen werden. Die Hamburg-Amerika-Linie hat sechs Schiffe mit großen Ladungskühlanlagen im Bau, die mit dieser Einrichtung versehen sind. Soweit auf älteren Schiffen versuchsweise Naßluftkühlanlagen eingebaut worden sind, haben sich diese gut bewährt; auch bei der Aufstellung

[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1276 und Jahrbuch d. Schiffbautechn. Ges. Bd. 25.
[4]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1082 u. 1277.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1633.
[6]) Z. Bd. 72 (1928) S. 30; Arch. f. Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 29.
[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 181.

von NH_3-Kompressoren im Hauptmaschinenraum sind bisher irgendwelche Übelstände nicht aufgetreten. Die Zeit, während welcher diese Anlagen im Betrieb sind, ist allerdings noch zu kurz, um schon ein endgültiges Urteil über ihre Zuverlässigkeit abgeben zu können, aber die bisher gemachten Erfahrungen lassen doch auf einen vollen Erfolg dieser Neuerung hoffen.

[B 1369] Goos

Luftfahrt

Politische Einflüsse Die Pariser Luftfahrtvereinbarungen mit der interalliierten Botschafterkonferenz vom 21. Mai 1926 gaben die Grenzen für die allgemeine Entwicklung der Luftfahrt innerhalb Deutschlands. Noch ist die Verkehrsluftfahrt im besetzten Gebiet nur mit Genehmigung der Besatzungsbehörde statthaft. Der Luftverkehr mit dem Saargebiet ist weiterhin verboten. Wichtige dem Luftverkehr nützliche Vereinbarungen wurden auf verschiedenen internationalen Tagungen getroffen. Zu erwähnen sind die Tagung — ohne Deutschland — der Commission Internationale de la Navigation Aérienne (Cina) in London, die Weltpostkonferenz für den Luftverkehr im Haag, die Tagungen der Internationalen Handelskammer in Stockholm, der International Air Traffic Association (Jata) in Wien und Basel. Auf der Versammlung der Fédération Aéronautique Internationale (FAI) in Zürich nahm Deutschland zum ersten Male seit dem Kriege wieder teil. Der von der italienischen Regierung einberufene vierte Internationale Luftfahrtkongreß in Rom gab Gelegenheit zur gegenseitigen Fühlungnahme und Aussprache.

Luftfahrzeugbau Der deutsche Verkehrsflugzeugbau entfaltete sich auf Grund der bisher gewonnenen Erfahrungen. Die für die Aufnahme von Reisenden bestimmten Flugzeuge (Junkers, Bauart G 31, Rohrbach-Roland, Focke-Wulf-Möve) wurden geräumiger; die dem Überseeverkehr dienenden vergrößerten Flugboote (Dornier-Superwal und Rohrbach-Rocco) wurden einer ersten Erprobung zugeführt. Die Sportflugzeuge, besonders die mit schwacher Leistung, fanden ihren Weg zu den über Deutschland verbreiteten Luftfahrtvereinigungen. Besonders zu erwähnen sind Versuche von Focke-Wulf, bisher selten begangene Bauwege zu beschreiten. Ein Flugzeug mit vorausgestelltem Leitwerk und rückwärts angeordneten Flügeln, in Fachkreisen dem Beispiel ihres ersten Erbauers Blériot folgend Ente genannt, wurde gebaut.

Internationale Luftfahrt-Ausstellungen fanden in Madrid, im Haag und in Kopenhagen statt. Eine Fülle von Flugveranstaltungen bot Gelegenheit, die Tüchtigkeit und Handhabungsfähigkeit von Sportflugzeugen untereinander zu vergleichen. Das Royal Air Force Display 1927 in London zeigte die hohe Schule der englischen Fliegertruppe, nur möglich mit Flugzeugen vorbildlicher Flugeigenschaften. Der Internationale Wettbewerb in Zürich bot deutschen Flugzeugen Gelegenheit, sich mit ausländischen Flugzeugen zu messen. Das Seeflugzeug-Rennen um den Schneider-Pokal in Venedig wurde nur von englischer und italienischer Seite bestritten. Sieger über die 350 km lange Strecke in Dreiecksform blieb der Engländer Webster mit 453,282 km/h. Der Sachsenrundflug zeigte beachtliche Leistungen deutscher Flugzeuge unter 500 kg Leergewicht. Mit 21 von 72 von der Fédération Aérienne Internationale anerkannten Welthöchstleistungen steht Deutschland am Jahresschluß an erster Stelle.

Im vergangenen Jahr wurden folgende Leistungen öffentlich anerkannt: größte Geschwindigkeit 479 km/h (Macchi Bauart M 52), größte Entfernung 6294 km (Wright-Bellanca), größte Dauer 52 h 22 min (Junkers Bauart W 33). Als hervorragend sportliche Leistungen sind die Ozeanflüge von Lindbergh (New York – Paris), Chamberlain (New York – Deutschland) und Byrd (New York – Frankreich), sowie viele andre Langstreckenflüge zu werten. Besonders hervorzuheben ist der in schnell sich folgenden weiten Abschnitten zurückgelegte Flug der Amerikaner Brock und Schlee von Harbour Grace nach Tokio, sowie der London – Kapstadt-Flug einer De Havilland-Moth (80 PS), mit der man die 12 000 km lange Strecke in nur 28 Tagen zurücklegte. Die vorjährigen gelungenen und mißlungenen Ozeanflüge sind heftigen Kritiken ausgesetzt gewesen. Diese so oft berechtigten Kritiken ließen aber gelegentlich außer acht, daß von jeher fliegerische Erfolge nur mit allerhöchster Anspannung von Flugzeug und Besatzung erreicht worden sind. Das letzte Jahr erinnert an die Spannung von 1909/10, wo Blériot den Kanal, und Chavez die Alpen überquerte. Technisch noch bedeutende Schwierigkeiten bis zu einem geregelten Langstreckenverkehr sind zu überwinden.

Luftschiffahrt In der Werft des Luftschiffbaues Zeppelin ist der Bau des Verkehrs-Luftschiffes LZ 127 fortgeschritten. Im Juli 1928 sind die ersten Probefahrten zu erwarten.

Motorenbau Der Motorenbau zeigt in allen Ländern große Anstrengungen, die Einheiten zu vergrößern, die Luftkühlung zu fördern und größere Betriebstüchtigkeit zu gewährleisten. Die Motorenentwicklung kann gegenüber der Flugzeugentwicklung nur langsamer sein, sie bedingt aber in letzter Linie den Erfolg der Luftfahrt. Die größte Aufmerksamkeit wird deshalb in allen Ländern dem Motorenbau geschenkt, und in Deutschland faßt dieser Gedanke immer mehr Fuß.

Luftverkehr Der Luftverkehr wurde im letzten Jahr ausgebaut. Die deutsche Luft-Hansa hatte etwa 80 Fluglinien im Betrieb, von denen 28 ins Ausland führten. Im Jahre 1927 wurden über 9 000 000 km geflogen, über 100 000 Reisende, über 640 000 kg Fracht, über 820 000 kg Gepäck und gegen 480 000 kg Post befördert. Der Nachtluftverkehr auf den Strecken Berlin – Königsberg und Berlin – Hannover wurde durch Streckensicherung (Feuerung, Notlandeplätze, Funkverkehr) ausgebaut. Der Überseeverkehr, insbesondere nach Dänemark, Norwegen und Schweden, wurde gefördert. Eine große Anzahl von Wetterstellen und Funkstellen dienen der Flugsicherung. Durch Erlaß des Reichspräsidenten vom 23. Juli 1927 wurde die dem Reichsverkehrsminister nachgeordnete Zentralstelle für Flugsicherung neu eingerichtet.

Segelflug Der Rhön-Segelflug-Wettbewerb schuf prächtige Leistungen Nehrings. Durch seinen Flug nach dem 51,8 km entfernten Herda bei Berka bewies er die Ausführbarkeit des Fernsegelfluges durch Ausnutzung der Aufwinde hintereinander gelegener Bergwände. Auf seinem Fluge zum Heidelstein und zurück nach der Wasserkuppe gelang es ihm, überlegt Aufwindfelder zu finden und gefährliche Abwindbereiche zu meiden. Kegel erschloß durch seinen Flug zum Ehrenberg neues Segelfluggelände.

[B 1464] Hoff

Elektrisches Nachrichtenwesen[1])

Fernsprechwesen Das Fernkabelnetz Deutschlands ist auf 7600 km Gesamtlänge ausgebaut und an die zum Teil ebenfalls erweiterten Kabelnetze der Nachbarländer angeschlossen worden. Die längste europäische Fernsprechleitung ist zur Zeit die von London über Deutschland nach Stockholm mit 24 Verstärkern und 2456 km Länge. Dem Ausbau des Weitverkehrs entsprechend wurden die Verstärker vervollkommnet.

Die Kabel wurden ebenfalls verbessert, so daß man die Anforderungen an Kabel und Spulen weiter steigern und infolge der größeren Gleichmäßigkeit mehr Sprechkreise in einem Kabel gegebenen Durchmessers unterbringen konnte.

Eine Anzahl Fernsprechämter wurde auf Selbstanschlußbetrieb umgestellt; Vereinfachung der Bauart und Reihenfertigung, zum Teil Fließfertigung der Apparate förderten die Wirtschaftlichkeit.

[1]) Vergl. den ausführlichen Bericht von K. W. Wagner in Z. Bd. 72 (1928) Nr. 22 S. 739.

Telegraphie In der Land-Leitungstelegraphie bemühte man sich, die Wirtschaftlichkeit durch Einführung der Tonfrequenz- und der Unterlagerungstelegraphie zu heben. Die Bildtelegraphie nach dem Verfahren Karolus-Siemens-Telefunken wurde auf der Kabelstrecke Berlin – Wien am 1. Dezember öffentlich in Betrieb genommen. Am 4. März kam die Teilstrecke Emden – Azoren der Seekabellinie Deutschland – Nordamerika in Betrieb.

Funkwesen Von den von deutschen Firmen im Ausland erbauten Anlagen ist die Großfunkstelle Rom mit 400 kW Sendeleistung in Betrieb genommen, eine Funkstelle mit 600 kW für Japan begonnen worden. Der Sendeverkehr auf kurzen Wellen hat Fortschritte gemacht; z. B. arbeitete man im Verkehr von Deutschland nach Südamerika und den Philippinen vollständig, nach New York, Malabar (Java) und Mukden zum Teil mit kurzen Wellen. Verbesserte Kurzwellenübertragung erreichte man mittels Strahlwerferantennen (Parabolreflektoren).

Deutschlandsender Zeesen bei Königswusterhausen.

In der Funktelephonie gestattete die Kristallsteuerung, selbst kurze Wellen vollkommen gleichbleibend zu halten und dadurch klangreine Übertragungen zu erzielen. Es gelang, einwandfreie, wenn auch erst einseitige Gespräche von Berlin nach Buenos Aires und Rio de Janeiro drahtlos zu übermitteln; Wechselverkehr wird zur Zeit ausgebaut. Die Funktelephonverbindung Deutschland – Nordamerika konnte nach eingehenden Versuchen am 10. Februar 1928 dem öffentlichen Betrieb übergeben werden; ein Gespräch von 3 min Dauer in der ersten Zone (Berlin – New York) kostet 207 *M*.

Versuche mit drahtlosen Gesprächen zwischen Deutschland und Schiffen auf hoher See waren erfolgreich. Für die Schiffsführung fanden die vereinfachten und dadurch billigeren Funkpeiler vermehrte Anwendung.

Der deutsche Rundfunk wurde weiter ausgebaut. Von den neu in Betrieb genommenen Sendern ist vor allem der Deutschlandsender Zeesen bei Königswusterhausen zu nennen, der mit 40 kW Telephonieleistung der stärkste Sender Europas ist. Die Zahl der Rundfunkteilnehmer in Deutschland hat die zweite Million überschritten. Die Rundfunk-Empfangsgeräte wurden vor allem auf Grun der fortgeschrittenen Hochfrequenz-Meßtechnik wisser schaftlich durchgebildet und verbessert. Ein großer Te der Geräte und ihrer Einzelteile wurde genormt; leide stieß die Normung infolge der raschen Entwicklung hie und da auf Schwierigkeiten. [B 1611] Parey.

*

Gesundheits-Ingenieurwesen

Kommunale Technik

Allgemeines Die Grundsteinlegung des Deutsche Hygienemuseums in Drseden kann al Markstein der steigenden Bedeutung des Gesundheits-In genieurwesens gewertet werden. Ebenfalls von Dresde aus ist die Einladung zur Ausstellung „Die technisch Stadt“ ergangen, auf der das Fachgebiet des Gesundheits ingenieurs im Vordergrund stehen wird. Unter Führun der Zeitschrift „Gesundheitsingenieur“ ist im vergangene Jahr eine der Kernfragen des Fachgebietes, die Ausbil dung des Gesundheitsingenieurs, der allgemeinen Be achtung zugeführt worden.

Wasserversorgung In Deutschland war auch im ver gangenen Jahr eine weitere we sentliche Steigerung des Wasserverbrauchs festzustellen die ihren Höhepunkt zweifellos noch lange nicht erreich hat. Auf dem Gebiete der Quellwasserversorgung sinc über die Wiener Hochquellwasserleitung bemerkenswert Veröffentlichungen erschienen[1]). Der Gedanke der Was serversorgungsverbände und der Schutzgebiete für di Wassergewinnungsanlagen hat mehr und mehr Raum ge wonnen. Die Verdichtung der Besiedlung läßt einen imme stärkeren Zwang zur Versorgung mit Oberflächenwässer und Flußgrundwässern, die durch Vervollkommnung de Reinigungsverfahren begünstigt wurde, erkennen. Eine technisch bemerkenswerten Fortschritt bei der Sammlun von Oberflächenwässern in Talsperren bietet die Sorpe Talsperre des Ruhrverbandes[2]), die im Gegensatz zu der üblichen Massivmauern bei 68 m Höhe unter besondere Sicherung gegen Sickerwasser als Damm ausgebildet ist un nur einen festen gemauerten Kern besitzt. In der Grund wasserversorgung weisen die Verfahren zur Erkenntni der Grundwasserbewegung Fortschritte auf. Für die Ver teilnetze sind die Wassertürme mehr in den Hintergrun getreten zugunsten der Druckerzeugung durch unmittel bare Pumpenwirkung auf die Leitungen, zumal Pumpen anlagen und Schieber in vielen Fällen selbsttätige ode Fernsteuerung erhalten konnten. Wesentliche Teile de Versorgungsleitungen sind in die Normung einbezoge worden.

Chlorung Das Chlorgasverfahren hat seinen Sieges zug in der deutschen Wasserversorgung und Abwasserbehandlung fortgesetzt. Die Beimischung wird neuerdings mit einer Vorrichtung nach dem Venturi Verfahren einwandfrei geregelt. Zur raschen Feststellung des Chlorgehaltes hat sich ein kalorimetrisches Verfahren eingeführt. Auch in der Abwasserreinigung benutzt man immer mehr das Chlorgasverfahren. Das Ammoniakver fahren wird das Chlorgasverfahren ergänzen.

Badewesen Das Jahr 1927 zeichnet sich durch di Errichtung einer großen Reihe von Frei luftbädern, meist im Zusammenhang mit Sport-Kampf bahnen, aus. Über den gegenwärtigen Stand des Baues von geschlossenen Badeanlagen geben die Veröffent lichungen über das neue Wiener Zentralbad, über die Einrichtung von Brausebädern und die Schilderungen des Frankfurter Volksbrausebades guten Überblick. Bei allen Badeanlagen, aber auch für sonstige größere Bau ten, hat sich die Einrichtung von Warmwasserspeichern bewährt.

Abwasserreinigung Neben den bekannten Riensch-Wurlschen Scheiben hat erst malig in Deutschland ein Dorr-Trommelsieb mit Abwas serspülung in Duisburg Verwendung gefunden. Die Gas gewinnung aus Abwasserschlamm hat weitere Fort-

[1]) Ges.-Ing. Bd. 50 (1927) S. 202, 376, 426.
[2]) Vergl. S. 764 u. 801 dieses Heftes.

schritte gemacht[3]). In Birmingham ist zum erstenmal eine schwimmende Eisenbeton-Gasfangdecke auf ein Schlammfaulbecken gesetzt worden[4]). Das Schlammbelebungsverfahren hat sich weiter durchgesetzt. Daneben werden auch die Tauchkörper mit Zuführung von Druckluft in steigendem Maße verwendet. Das Umwälzverfahren hat sich hierbei gut bewährt. Für die Entleerung der Straßensinkkasten sind verschiedene Saugrüsselwagen in Erscheinung getreten, die eine endgültige Lösung dieser Aufgabe erhoffen lassen[5]). Ebenfalls zur Entleerung der Sinkkasteneimer und zum Durchziehen der Kanäle mittels Bürsten haben sich Elektrokarren besonderer Bauart Eingang verschafft. Die Frage der Kleinkläranlagen wird allmählich einer Lösung zugeführt werden. Die Verwertung des Abwassers und der städtischen Abfälle überhaupt ließ weitere Fortschritte nicht erkennen. Dies wird aus wirtschaftlichen Gründen auch kaum zu erwarten sein.

Straßenreinigung und Müllbeseitigung Die immer mehr um sich greifende Mechanisierung der Straßenreinigung und der Müllabfuhr hat eine große Reihe von Sonderfahrzeugen auf den Markt gebracht, unter denen vor allem die selbstaufnehmende Kehrmaschine zu nennen ist. Für Kehrichtsammlung und Sprengbetrieb haben sich weitere Sonderbauarten von Elektrokarren hauptsächlich dadurch Geltung verschafft, daß ihre Verwendung den Arbeitsrythmus des ganzen Reinigungsbetriebes wesentlich beschleunigt. Um die unnütze Kehrarbeit von vornherein möglichst einzuschränken, hat man in Berlin gelegentlich der Reichsgesundheitswoche, in andern Städten bei Gelegenheit von Werbetagen für Verkehr und Reinlichkeit versucht, erzieherisch auf die Bevölkerung einzuwirken. Zur Schneebeseitigung haben verschiedene Städte Versuche mit Schneeschmelzmaschinen vorgenommen. In der Müllabfuhr hat das Wechseltonnenverfahren wegen seiner gesundheitlichen Vorzüge wachsende Anerkennung gefunden. Auch hier spielt das Elektrofahrzeug eine große Rolle. Für den Umleerbetrieb sind außer einer ständig steigenden Zahl von Kruppwagen eine Reihe andrer Bauarten in Gebrauch gekommen, von denen die benzinelektrischen Faunwagen, Bauart Neuilly, und der Kuka-Rolltrommelwagen besonders erwähnt seien[6]). Da die Zusammensetzung des Mülls sich wieder dem Friedensstande nähert, haben verschiedene Städte Verbrennungs- und Verwertungsanstalten erneut in Betrieb gesetzt oder ihre Einrichtung ins Auge gefaßt[7]).

Vorkläranlage Waßmannsdorf bei Berlin, 100 000 m³ Tagesleistung, Anlagen zur Gewinnung von täglich 6000 m³ Methangas.

[3]) Vergl. Langbein, Z. Bd. 72 (1928) Nr. 3 S. 74.
[4]) Z. Bd. 72 (1928) Nr. 9 S. 319.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1443.
[6]) Vergl. a. Seidel, Z. Bd. 71 (1927) S. 1809, Bd. 72 (1928) S. 448.
[7]) Vergl. a. Uhde, Z. Bd. 71 (1927) S. 1662.

Staubbekämpfung Für die Staubbekämpfung auf den öffentlichen Straßen und Plätzen und die Geräuschverminderung hat der neuzeitliche Straßenbau wertvolles geleistet[8]). Asphalt- und Teeremulsionen erleichtern die Staubbekämpfung auf Schotterstraßen außerordentlich. Ihre Verwendung steigt erheblich, zumal damit auch eine wirtschaftliche Anpassung solcher Straßen an den immer stärker werdenden Verkehr erreicht wird. Staubbindemittel wie Huagol sind brauchbar. Die Beachtung gesundheitlicher Gesichtspunkte bei der Planung von Straßen ist stark in den Vordergrund getreten. Grünflächen lockern die enge Bebauung stark auf.

Reinhaltung der Luft Der elektrische Betrieb von Fahrzeugen hat weitere Verbesserungen mit sich gebracht. Für die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ist von der Normung der Betriebstoffe und der Anpassung der Motorbauarten an diese Normenstoffe zu erwarten, daß die Schädigungen durch Auspuffgase sich wesentlich vermindern. Die schwebenden Fern- und Gruppengas-Versorgungsplanungen werden im Verein mit der großen Zahl neu erbauter Fernheizwerke die Verfeuerung von Kohlen innerhalb der Städte wesentlich einschränken und auch auf diesem Wege zur Reinhaltung der Luft beitragen. [B 1612] Heilmann

[8]) Vergl. a. Bree, Z. Bd. 72 (1928) S. 637.

Heizung

Stadtheizung In Berlin wurden während der Heizzeit 1927/28 das Fernheizwerk Charlottenburg (Dampffernheizung) und das Fernheizwerk Steglitz (Heißwasserfernheizung) in Betrieb genommen. Auf dem 12. Kongreß für Heizung und Lüftung, der im September 1927 in Wiesbaden stattfand, bildete die Frage der Fernheizung im allgemeinen und der Stadtheizung im besonderen den Mittelpunkt der Verhandlungen.

Ermittlung des Wärmebedarfs Für die Ermittlung des Wärmebedarfes von Räumen sind im Laufe dieses Jahres, unabhängig von einander, folgende drei Schriften erschienen: für die Kachelofenheizung die 2. Auflage der sogenannten „Barlachtabellen", für die Eisenofenheizung die „Richtlinien für die Auswahl der Größe eiserner Öfen" und für die Zentralheizungen die 5. Auflage der „Regeln" des Verbandes der Centralheizungs-Industrie.

Da der Wärmebedarf eines Raumes allein von den Eigenschaften des Gebäudes, nicht aber vom gewählten Heizsystem abhängt, so hat das Nebeneinanderbestehen dreier Berechnungsverfahren keine Berechtigung, vielmehr ist die Schaffung eines einheitlichen und allseits als bindend anerkannten Berechnungsverfahrens ein dringendes Bedürfnis sowohl des Heizungsfaches als des Baufaches. Da aber kein Berechnungsverfahren möglich ist, das nicht dem Rechner weitgehenden Spielraum ließe, so sind überdies für Wettbewerbe bestimmte Maßnahmen oder Vereinbarungen notwendig, um die Ermittlung des Wärmebedarfs dem Druck des Wettbewerbes zu entziehen. Dies gilt sowohl für Wettbewerbe verschiedener Heizungssysteme gegeneinander als auch für Wettbewerbe verschiedener Firmen desselben Heizungssystems.
[B 1375] H. Gröber

Lichttechnik

Lichtquellen Bei den elektrischen Glühlampen ist die Vereinheitlichung der früher recht zahlreichen verschiedenen Typen zu einem gewissen Abschluß gekommen. Sie hat sich im Gebrauch gut bewährt und wird nicht nur von den Herstellern, sondern auch von den Abnehmern als Vorteil empfunden. Der Abnehmer erhält jetzt die für ihn geeignete Lampe, ohne daß er anzugeben hat, ob die Lampe luftleer oder gasgefüllt sein soll und welche Leuchtdrahtanordnung sie haben muß.

Die gasgefüllten Metalldrahtlampen werden für immer höhere Lichtströme hergestellt. Man kann sie jetzt für einen Verbrauch bis zu 10 000 W erhalten. Für die praktisch in Frage kommenden Bedürfnisse reichen

Heizkraftwerk Steglitz der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke, A.-G. (1. Ausbau)

a, *b* Turbodynamo (3.00 kW) mit Heizwasserkühlung des Kondensators
c durch Dampfturbine angetriebene Heizwasser-Umwälzpumpe
d durch Elektromotor " " "
e Pumpen für vollen Ausbau
f 12/2 at-Dampfdruck-Minderventil
g Dampfkühler
h Dampfverteiler
i Zudampfventile (2 at) für einzelne Gegenstromvorwärmer)

allerdings Lampen bis zu 3000 W fast stets aus. Die Glühlampen mit hoher Leuchtdichte für Projektions- und Scheinwerferzwecke sind durch Ausbildung des Doppelwendel-Leuchtkörpers weiter verbessert worden. Man kann mit dieser Leuchtdrahtanordnung gesteigerte Leuchtdichten bei höherer Gebrauchspannung als bisher erreichen.

Die Bogenlampe mit langer Brenndauer wird für Stromstärken bis zu 30 A hergestellt und für Straßenbeleuchtungszwecke da angewandt, wo es mehr auf hohe Lichtausbeute als auf niedrige Bedienungskosten ankommt. Die Gas-Entladungslampen (Neonröhren) haben in der Lichtreklame und auf Luftverkehrstrecken ein rasch sich ausdehnendes Anwendungsgebiet gefunden.

Die Gastechnik hat hauptsächlich ihre Lampen für Straßenbeleuchtungszwecke verbessert. Durch Ersatz der noch recht zahlreich vorhandenen, aber den Lichtstrom schlecht ausnutzenden Straßenlampen für stehendes Gasglühlicht wurde eine erhebliche Erhöhung der Beleuchtung in vielen Nebenstraßen erreicht. Durch Einbau einer größeren Zahl dieser Brenner in einer Lampe sind Gas-Starklichtlampen für Straßenbeleuchtung entstanden, die der Preßgasbeleuchtung an Lichtausbeute nur wenig nachstehen[1]).

Leuchten und Beleuchtungskörper

Bei den Beleuchtungskörpern wird in letzter Zeit geradlinigen, einfachen Formen der Vorzug gegeben; häufig ist eine besondere Vorliebe für die Anwendung der Soffittenglühlampen festzustellen. In künstlerisch ausgebildeten neuen Beleuchtungsanlagen herrscht das Bestreben vor, sich von dem althergebrachten Beleuchtungskörper freizumachen und die Beleuchtungsanlage in den baulichen Entwurf harmonisch einzufügen. In letzter Zeit sind eine größere Zahl Neubauten geschaffen worden, insbesondere Verkaufsräume, Festsäle und Theater, deren Beleuchtungsanlage sowohl lichttechnisch wie auch künstlerisch einen erfreulichen Fortschritt darstellt.

Beleuchtung von Innenräumen

Die lichtwirtschaftliche Aufklärungsarbeit hat sich bei uns in erster Linie auf dem Gebiete der Schaufensterbeleuchtung ausgewirkt. In vielen Städten findet man heute schon die Mehrzahl der Schaufenster gut und wirksam beleuchtet, während dies vor wenigen Jahren nur in ganz vereinzelten Fällen vorkam. Auch die gute Beleuchtung von Fabriken und andern gewerblichen Anlagen findet in Verbindung mit der fortschreitenden Rationalisierung der Betriebe erhöhte Beachtung. Die Erhöhung der Leistung durch verbesserte Beleuchtung wurde durch neue Versuche wiederholt bestätigt, insbesondere im Bergbau unter Tage; hier treten neuerdings neben die sehr spärliche Beleuchtung durch die Grubenlampen halbbewegliche Beleuchtungsanlagen.

Beleuchtung im Freien

In den Neuanlagen für Straßenbeleuchtung findet in den meisten Fällen die gasgefüllte Metalldrahtlampe Verwendung. Die Leuchten hierfür sind weiter verbessert worden und haben oft unten offene Glasschirme an Stelle geschlossener Überglocken. Die Lichtreklame hat in großen und mittleren Städten rasche Fortschritte zu verzeichnen. Auch das Anleuchten von Gebäuden mit Flutlichtstrahlern wird mehr und mehr angewandt.

Für die Beleuchtung der Kraftfahrzeuge hat sich das elektrische Licht jetzt fast allgemein durchgesetzt. Das in den letzten Jahren eingeführte Abblendverfahren mit Zweifadenlampen hat sich gut bewährt. Für den Nachtflugverkehr erweist sich wirksame Beleuchtung der Flugplätze und der Flugstrecken als unentbehrlich. Hierfür werden hauptsächlich Leuchtfeuer mit Glühlampen und mit Neonröhren angewandt.

Bildwerfertechnik

In der Projektionstechnik hat sich die Anwendung der gasgefüllten Metalldrahtlampe für Mikroprojektionsapparate, u. a. für Trichinoskope, weiter ausgebreitet. Ferner sind große Episkope zur Projektion undurchsichtiger Bilder mit Glühlampenbetrieb neu ausgebildet worden; sie sind jetzt auch schon für große Hörsäle geeignet. Die Anwendung der Glühlampen in den Kinoapparaten schreitet ebenfalls weiter fort. Lampen niedriger Spannung mit eingebautem Hilfsspiegel ermöglichen, kleinere Kinotheater mit Glühlampen zu betreiben, während für große Kinotheater die Spiegelbogenlampe bisher noch die geeignetste Lichtquelle ist.

Seit der Einführung des panchromatischen Films, der alle Farbentöne ihrem Helligkeitsgrade entsprechend wiedergibt, ist die gasgefüllte Metalldrahtlampe gut brauchbar für die Aufnahmebeleuchtung in Kinoateliers geworden und bürgert sich jetzt hier an Stelle der Bogenlampen und Quecksilberlampen ein. Auch für die photographischen Heimaufnahmen wird neuerdings dem elektrischen Licht vor dem Blitzlicht der Vorzug gegeben. Neben kleinen Bogenlampen werden hierfür besondere Glühlampen mit erhöhter Lichtausbeute (Nitraphotlampe) viel benutzt.

Lichtmessung und -bewertung

Auf dem Gebiete der Lichtmessung traten zu den früheren mehrere neue, einfache Beleuchtungsmesser. Die Kontrolle bestehender und Verbesserung unzureichender Beleuchtungsanlagen an der Hand der Angaben eines einfachen Beleuchtungsmessers führt sich in wachsendem Maß ein. Für den Gebrauch im La-

[1]) Vergl. S. 797 unter Gasindustrie.

boratorium ist die objektive Photometrie weiter verbessert worden. Bei ihr wird die photometrische Einstellung mit dem Auge durch die Ablesung eines geeichten Meßgerätes ersetzt.

Bei der Untersuchung und Bewertung von Beleuchtungsanlagen wird den physiologischen Gesichtspunkten wachsende Beachtung geschenkt. Bei den Jahresversammlungen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Hamburg und der Lichttechnischen Gesellschaft in Karlsruhe fand diese Seite der Lichttechnik besondere Beachtung. Die Mitarbeit der deutschen Lichttechniker in der Internationalen Beleuchtungskommission wurde im Jahre 1927 wieder aufgenommen. Eine Zusammenkunft fand im Spätjahr in Bellagio statt.

[B 1463] L. Bloch

*

Gemeinsame Arbeitsgebiete

Gewerblicher Rechtschutz

Deutsche Gesetzgebung und Rechtsprechung Das Jahr 1927 wurde von den Beratungen über die Neufassung der einschlägigen deutschen Gesetze ausgefüllt. Die vorgeschlagenen Änderungen gehen zum Teil tief, aber keine berührt den Grund. Die Erkenntnis hat sich durchgesetzt, daß die meist umstrittene Frage, die des Patenrechtes des angestellten Erfinders, nicht patentrechtlicher, sondern arbeitsrechtlicher Art ist. Im Arbeitsrecht findet sie ihre Lösung in einem angemessenen Ausgleich der Parteiforderungen.

Die wichtigste von den geplanten Änderungen im Patent- und Gebrauchsmustergesetz ist die der Neuheitsanforderungen; Veröffentlichungen des Anmelders selbst und mehr als 50 Jahre alte Druckschriften sollen nicht, ausgelegte deutsche Gebrauchsmusteranmeldungen aber neuheitsschädlich sein. Für Geschmackmuster soll der Schutz auf die im Auslande vervielfältigten Muster ausgedehnt und die Schutzfrist verlängert werden. Die Hinterlegung soll bei dem Patentamt zusammengefaßt werden. Einige bedeutende Änderungen des Verfahrens und der Gliederung des Patentamtes sind gleichfalls geplant; die wichtigste ist wohl die, daß die technischen Mitglieder des Patentamtes eine Rechtsprüfung ablegen müssen. In Deutschösterreich ist schon eine Verordnung dieses Inhaltes ergangen. Der Regierungsentwurf der neuen Gesetze ist im Februar 1928 dem Reichsrat zugegangen.

In der Mitte des Jahres ist das Jubelfest des deutschen Patentgesetzes und -amtes gefeiert worden. Die Feiern haben außer dem Bericht des Patentamtes eine Reihe lehrreicher Aufsatzsammlungen hinterlassen, wertvolle Erinnerungen ehemaliger Patentamtsmitglieder, eine Festnummer der Mitteilungen des Verbandes deutscher Patentanwälte im Umfang eines Jahrganges, eine Festgabe der gesamten Fachwissenschaft, herausgegeben von H. Isay, alles von Leben und Fortschritt zeugend.

Nun hat auch die Rechtsprechung die wichtige Frage des Nachbaues von Maschinen und Vorrichtungen geklärt, die nicht durch Patent- oder Gebrauchsmuster geschützt sind: Der Nachbau (z. B. für eigenen Gebrauch) ist unter allen Umständen erlaubt; nicht erlaubt ist nur der Verkauf nachgebauter Maschinen dann, wenn der Verkehr über die Herkunft der Waren durch die Ausstattung getäuscht werden kann; unter Ausstattung versteht man Äußerlichkeiten, die nicht durch bauliche Gründe bestimmt werden.

Das Reichsgericht hat folgerichtig den Schutz der Firma und des Firmenschlagwortes auf Grund der deutschen Gesetzgebung auch ausländischen Gesellschaften zugesprochen.

Internationaler Rechtschutz Vereinbarungen über gegenseitige Anerkennung von Beglaubigungen und Rechtshilfe sind vom Deutschen Reich mit Bulgarien und Frankreich geschlossen worden.

Ausland Die irischen Gesetze über Patente und Warenzeichen sind in Kraft getreten. Die enge Anlehnung an die englischen zeigt deutlich, wie überflüssig die besondere irische Gesetzgebung ist. Gebührensätze haben sich in Polen und den Vereinigten Staaten geändert. In Amerika werden Patentansprüche vom 21. August an mit je einem Dollar bei der Anmeldung und Annahme belegt. Bevorzugte Erledigung ausländischer Anmeldungen gibt es dort nicht mehr. Rußland hat die nachträgliche Berichtigung von Schreibfehlern und ähnlichen Irrtümern zugelassen, auch in Anträgen über die Priorität.

Einen Rückschritt brachte die Normung der Zeichnungsgrößen durch die Technische Versammlung der Internationalen Union in Bern (1926), deren Beschlüsse auch sonst wenig befriedigen. Österreich ist vom Dinformat A 4 der Zeichnungen zur Größe 21 × 33 cm zurückgekehrt. Auch das Deutsche Patentamt wird folgen müssen, während es in seinen amtlichen Zeitschriften zur Größe A 4 übergegangen ist. [B 1378]

F. Neubauer

Technische Physik

Allgemeines Anläßlich des 25jährigen Jubiläums des Laboratoriums für technische Physik der Technischen Hochschule München würdigte M. Jakob die Tätigkeit dieses Institutes und seines Leiters Osc. Knoblauch in zwei Aufsätzen[1]); hiervon enthält der zweite eine lückenlose Liste der Veröffentlichungen des Laboratoriums. Von allgemeiner Bedeutung für die technische Physik war auch die Werkstoffschau in Berlin, auf der fast alle Gebiete der technischen Physik vertreten waren.

Festigkeit Von den zahlreichen Versuchsarbeiten über Festigkeit sei nur eine besonders eigenartige herausgegriffen, in der W. Bader und A. Nádai[2]) Fließvorgänge beim Verdrehen von Eisenstäben, also den Übergang aus dem rein elastischen in den bildsamen Zustand behandelten.

Zähigkeit S. Erk[3]) hat mit einem von ihm gebauten Absolut-Zähigkeitsmesser die Zähigkeitsmesser nach Engler, Vogel-Ossag und Lawaczek verglichen. S. Kießkalt[4]) hat den für die Lagerschmierung wichtigen Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen untersucht.

Strömungslehre In einer theoretischen Arbeit warnt A. Schack[5]) vor einer kritiklosen Anwendung der Ähnlichkeitslehre, insbesondere in Fragen des Wärmeüberganges.

Wärmeübergang Auf diesem Gebiet ist die von E. Schmidt[6]) vorgeschlagene Verwendung von Luftschichten, die von Aluminiumfolien begrenzt werden, als Wärmeschutz wegen der günstigen äquivalenten Wärmeleitzahl der Anordnung bei ganz geringer Wärmekapazität bemerkenswert. Die Berechnung von Windüberhitzern wurde gefördert durch eine theoretische Arbeit von W. Nußelt[7]).

Thermodynamik E. Raisch und W. Koch[8]) berichteten über den elektrisch beheizten Versuchskessel, mit dem mittlerweile die Münchener Messungen der spezifischen Wärme des überhitzten Wasserdampfes bis 120 at weitergeführt wurden. M. Jakob[9]) bestimmte die Verdampfungswärme des Wassers bis 210 °. Zustandsänderungen in Verbindung mit Änderungen der Mengen der beteiligten Stoffe hat G. Zerkowitz[10]) rechnerisch behandelt.

Akustik Es liegen nun die Ergebnisse der zweiundeinhalbjährigen Fahrt des Forschungsdampfers „Meteor" vor, bei der 67 000 akustische Lotungen vorgenommen wurden, wie E. Lübcke[11]) berichtet.

[1]) Z. f. techn. Physik Bd. 8 (1927) S. 98 und Gesundheits-Ingenieur Bd. 50 (1927) S. 161.
[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 317.
[3]) Forschungsarbeiten Heft 288 (1927), Z. Bd. 72 (1928) S. 340.
[4]) Forschungsarbeiten Heft 291 (1927), Z. Bd. 71 (1927) S. 218.
[5]) Mitt. d. Wärmestelle Düsseldorf Nr. 98 (1927).
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1395.
[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 85.
[8]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1070.
[9]) Arch. f. Wärmewirtschaft Bd. 8 (1927) S. 65.
[10]) Z. Bd. 71 (1927) S. 879.
[11]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1245.

Elektrische Wellen Mit piezoelektrischen Resonatoren[12]) wurden internationale Vergleichsmessungen vorgenommen. Ein Resonator des amerikanischen Bureau of Standards ergab an Meßstellen in Amerika, Deutschland, England, Frankreich und Italien Übereinstimmung auf weniger als 0,1 vT.

Röntgenstrahlen Da die deutsche Einheit der Röntgendosis, die genau so definiert ist wie die amerikanische, sich nach amerikanischen Messungen um 40 vH größer ergab, reiste Dr. Behnken von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt nach Amerika und stellte dort fest, daß der Unterschied nur 3 vH betrug[13]). C. Kantner und A. Herr[14]) haben Röntgenstrahlen zum Aufsuchen von Fehlstellen bei Schweißstücken verwendet.

Optik Fr. Skaupy[15]) hat mit seinen Mitarbeitern Lichtquellen von der Art des Moorelichtes verbessert. Dabei wird das Gas aus den Elektroden frei, so daß das sonst übliche Ventil für Gaszufuhr gespart wird. Die Untersuchung führte auch zu Gläsern, die in dem therapeutisch wirksamen ultravioletten Gebiet besonders durchlässig sind. Endlich sei der Fortschritt in der Arbeit über den Anschluß des Normalmeters an Lichtwellenlängen erwähnt[16]). Der große Komparator hierfür von Zeiß, Jena, und eine Anzahl Endmaße, in Längen bis 950 mm, von den Hommelwerken, Mannheim, als Zwischenglieder für die Untersuchung sind bereits geliefert. [B 1430] Max Jakob

[12]) Bericht über die Tätigkeit der Phys.-Techn. Reichsanst. i. J. 1927.
[13]) Desgl.
[14]) Z. Bd. 71 (1927) S. 571.
[15]) Z. f. techn. Phys. Bd. 8 (1927) S. 558.
[16]) Bericht über die Tätigkeit der Phys.-Techn. Reichsanst. i. J. 1927.

Angewandte Mathematik und Mechanik

Allgemeines Im Jahre 1927 ist als Nachfolger Plancks, des Pioniers der neuen Naturauffassung für den Lehrstuhl der theoretischen Physik der Universität Berlin, Erwin Schrödinger berufen worden. Ihm ist es gelungen, die Quantenrätsel des Bohrschen Atommodells in natürlicher Weise durch seine neue Wellenmechanik zu erklären und so dem großen Ziel der Naturforschung näher zu kommen[1]), ein einheitliches physikalisches Weltbild zu schaffen, welches alle Zweige der Physik und Chemie und damit auch die bisher getrennt dastehende Mechanik des Massenpunktes vereinigt in einer Kontinuumslehre des veränderlichen elektrischen Feldes. Die Technik zieht daraus reichen Nutzen; Wärmetechnik, Elektrotechnik und Chemie können heute schon bei gewissen Fragen nicht ohne diese Ergebnisse der neueren Forschung auskommen.

[1]) Schrödinger, Abhandlungen zur Wellenmechanik. Leipzig 1927.

Angewandte Mathematik Den heutigen Zusammenhang zwischen Mathematik, Naturwissenschaften und Technik haben die Vorträge des Deutschen Physiker-Mathematikertags, Kissingen, dargelegt.

Am 3. Januar 1927 starb in Göttingen der feinsinnige Finder praktischer Rechenverfahren Carl Runge, der Vater der neueren angewandten Mathematik.

Kinematik Der AWF hat Getriebeblätter ausgearbeitet, die die Kenntnis der Getriebe und ihrer Arbeitsweise in leicht faßlicher Form zum Allgemeingut des Ingenieurs machen. — Am 20. April starb in München der Senior der Kinematik und darstellenden Geometrie Ludwig Burmester.

Strömungswissenschaft Die in Buchform zusammengefaßten Arbeiten von Oseen weisen einen neuen Weg zur verbesserten zahlenmäßigen Errechnung des Strömungswiderstandes eines Körpers aus theoretischen Ansätzen[2]). Hydro- und Aerodynamik werden die hier erörterten neuen Verfahren bald ihren Zwecken nutzbar machen.

Festigkeit Auf der Berliner Werkstofftagung von 1927 zeigte sich, daß heute wieder die alte Frage der Sicherheit der Konstruktionsglieder im Vordergrund steht und daß Technologen, Metallographen und Theoretiker gemeinsam an ihrer Lösung arbeiten.

Schwingungen Im Zusammenhang mit der Frage nach der Sicherheit der Konstruktionen sind die Versuche zur Erforschung der Ermüdungs- und Dämpfungserscheinungen bei Schwingungsbeanspruchung des Werkstoffs fortgesetzt worden[3]). Welche Bedeutung man heute der Erforschung der Schwingungserscheinungen beimißt, zeigt sich auch darin, daß in dem neugegründeten Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Berlin, neben den elektrischen und akustischen auch eine Abteilung für mechanische Schwingungen eingerichtet wird.

Literatur Im Jahre 1927 sind folgende einschlägigen Sammelwerke erschienen oder fortgesetzt worden: Handbuch der Physikalischen und Technischen Mechanik von Auerbach und Hort, Handbuch der Physik von Geiger und Scheel und das dreibändige klassische Werk des Meisters der Ballistik, C. Cranz.

[B 1436] M. Weber

[2]) Oseen, Neuere Methoden und Ergebnisse in der Hydrodynamik, Leipzig 1927.
[3]) Z. Bd. 71 (1927), S. 898.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst

Die letzten Wochen haben uns den lange erwarteten zweiten Band dieses Werkes[1]) beschert. Es ist das hohe Lied der Arbeit schlechthin und auch ein Hymnus auf die Schönheit der Technik[2]). Ein Buch, das man auf den Tisch eines jeden Ingenieurs wünschen kann. Es mag sein, daß der strenge Kunsthistoriker oder der rein abstrakte mathematisch denkende Techniker oder der grammatisch denkende Philologe mit dieser oder jener Angabe nicht einverstanden ist, das wollen wir denen überlassen, die glauben, einem solchen Werk, wie dem, was uns Brandt hier beschert hat, nur dann gerecht werden zu können, wenn sie jeden Satz seines Inhalts mit Zollstock, Lupe und Wage nachgemessen haben. Brandt hat aus der ungeheuren Fülle der Kunstwerke archäologischer Funde und sonstiger bildlicher und figürlicher Darstellungen mit einem seltenen Blick eine reiche Zahl solcher herausgesucht, in denen der Mensch in seiner Arbeit dargestellt ist.

Am Anfang des Weltgeschehens steht das Wort: „Im Schweiße deines Angesichts sollst du dein Brod essen". Jude, Grieche und Römer haben in diesem Wort nur einen Fluch gesehen. Brandt zeigt uns, daß Arbeit, technisches Schaffen, der größte Segen ist, den der Schöpfer der Menschheit in die Wiege legen konnte. Er zeigt uns auch durch seine Zusammenstellung, daß selbst in den einfachsten Vorgängen der Technik hohe Kunst und edelste Harmonie waltet. Über viele Arbeitsvorgänge, die wir heute rein gewohnheitsmäßig ausführen, gewinnen wir aus der Reihenfolge der Bilder, die etwa um 5000 v. Chr. beginnt, ganz neue Einblicke. Auch für die Bedingungen unseres heutigen Kulturlebens, unserer Wirtschaft, des Handwerkes und der Technik gibt uns das Werk von Brandt ganz eigenartige neue Gesichtspunkte, überall verklärt von dem Ideal einer wahren, auf sittlicher Grundlage ruhenden Volksgemeinschaft; von dem Adel auch, den werktätige Arbeit jedem, der sie treibt, verleiht. [N 1683]

Dr. Dr.-Ing. Fr. Moll

[1]) Von P. Brandt. Leipzig 1927 u. 1928, Alfred Kröner. 1. Bd.: Altertum und Mittelalter. 324 S. m. 460 Abb. und 2 Farbentaf. Preis 18 ℳ. 2. Bd.: Vom Mittelalter bis zur Gegenwart. 348 S. m. 442 Abb. und 8 Farbentaf. Preis 18 ℳ.
[2]) Einen weiteren beachtenswerten Beitrag zu dem in diesem Buche behandelten Thema wird die anläßlich der diesjährigen Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Essen stattfindende Ausstellung „Kunst und Technik" bringen.

Bericht über das Geschäftsjahr
des Vereines deutscher Ingenieure
zwischen den Hauptversammlungen 1927/28

Gemeinschaftsarbeit

Das hervorstechende Ereignis im Vereinsjahr 1927 ist die große Werkstofftagung, die in ihrem fachlichen Wert durch die Berichte der Tages- und Fachpresse über die Werkstoffvorträge und die Werkstoffschau ausgiebig gewürdigt worden ist. Darüber hinaus kommt dieser Veranstaltung aber noch nach zwei Richtungen hin grundsätzliche Bedeutung zu.

Die Werkstofftagung war zunächst der Beleg für die Notwendigkeit und Möglichkeit einer groß angelegten Gemeinschaftsarbeit. Es ist bemerkenswert, wie stark allmählich Erscheinungsformen, die sich bislang im wesentlichen nur dem Auge des Biologen offenbarten, auch in der Soziologie Eingang finden. Der Forscher, der den außermenschlichen Lebensvorgängen nachgeht, kennt seit langem die Symbiose als wohl ausgebildetes Mittel im Daseinskampf. Solche Lebensgemeinschaften lassen die Selbständigkeit der in ihr Verbundenen soweit unberührt, als es der übergeordnete Zweck, der die Gemeinschaft veranlaßte, zuläßt. Im menschlichen Bereich treffen wir auf solche Lebensgemeinschaften in den verschiedensten Formen der Entwicklung: Familie, Stamm, Staat, Völkerbund, Zweckgemeinschaften der verschiedensten Art. Soweit sie nur auf den Ausgleich der gegenseitigen Belange eingestellt sind, stehen sie auf der niedrigsten Stufe und sind demgemäß von geringer Widerstandfähigkeit. Sie werden um so fester und dauerhafter, je mehr die äußere Verflechtung in innere Verbundenheit übergeht. Gemeinsames Blut, gleichgerichtetes Denken und Fühlen, Not und Abwehr kitten mehr als Klugheit, Voraussicht und eigener Nutzen.

Es wäre daher noch kein großer Gewinn, wenn die Werkstofftagung lediglich dem Ausgleich der Belange von Erzeugern und Verbrauchern gedient hätte. Ihr Sinn war auf eine höhere Stufe der Lebensgemeinschaft gerichtet: sie war getragen von dem

gemeinsamen Willen zur Güte,

der seine Begründung nicht in einer Gelegenheitsgesinnung findet, sondern zu einem Bestandteil nationaler Arbeitsauffassung geworden ist. Deutsche Arbeit, die nicht nach Erhöhung der Güte strebt, ist, von einer solchen Auffassung gesehen, unehrenhaft. Die Werkstofftagung war ein sichtbares Bekenntnis zu dieser nationalen Gewissenspflicht.

Gleichzeitig aber offenbarte sie eine Erkenntnis, die berufen ist, für Wertung und Arbeitsweise der Technik entscheidenden Ausschlag zu geben. Da die Werkstofftagung getragen wurde von dem übergeordneten Willen zur Qualität, mußte sie sich technisch geben, und daher mußte die Werkstoffschau „anonym“ sein, d. h. von allem befreit werden, was nichts zur Sache aussagte. Damit aber trat die Technik in ihrer wahren Gestalt sichtbar vor die Öffentlichkeit und legte dar, daß sie ihre geistigen und seelischen Triebkräfte aus sachlichem Ehrgeiz und aus der Freude am Werk empfängt. Wer sinnenden Auges und empfänglichen Gemüts durch die Halle der Werkstoffschau ging, zu dem sprachen die Maschinen und Geräte, die Mikroskope und Metallschliffe, die Wunder der Kristalle und die geheimnisvollen Röntgenbilder von einem unendlich mühevollen Ringen um den Einblick in die Werkstatt des gewaltigen Schöpfers, aus deren Retorte die Stoffe hervorgegangen sind. Ihm erzählte die Materie, daß sie lebt und atmet, obwohl sie scheinbar in toter Beharrung ist, und er begriff die Begeisterung, von der die Arbeit der Ingenieure bei der Werkstofftagung getragen wurde.

Der Verein kann den Bericht über diese Veranstaltung in seine Geschichte schreiben mit dem Gefühl tiefer Freude darüber, daß das Bewußtsein der Zugehörigkeit zum gleichen Beruf die Mauern zwischen Fachrichtungen und Verbänden niederlegte, und er darf ihn nicht schließen, ohne den aufrichtigen Dank an die Verbände, die mit ihm gleichberechtigt Träger der Werkstofftagung waren: den Verein deutscher Eisenhüttenleute, die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde und den Zentralverband der elektrotechnischen Industrie.

Mitglieder und Geschäftstelle

Mitgliederbewegung

Die Stellenlosigkeit unter den Mitgliedern, die nach einer vorübergehenden Besserung wieder gegen Ende des Jahres anwuchs, hatte auch in diesem Jahre viele Anträge auf Teilzahlung, Stundung oder Erlaß der Beiträge zur Folge. Es galt, den vielen Einzelwünschen gerecht zu werden und doch die Mitgliederlisten in Ordnung zu halten. In allen Fällen, wo die Geschäftstelle über die besonderen Umstände hinreichend unterrichtet wurde, ließ sich ein Ausweg finden, um jedem Mitgliede, dem am Verbleiben im Verein gelegen war, die Aufrechterhaltung der Mitgliedschaft zu ermöglichen. Leider wird von vielen Mitgliedern angenommen, daß ihre persönlichen Verhältnisse der Geschäftstelle ohne weiteres bekannt sind und daher berücksichtigt werden müßten. In den meisten Fällen sind Mitgliedern, die den Beitrag nicht satzungsgemäß entrichteten, die Zeitschriften weitergeliefert worden. Dieses Entgegenkommen findet natürlich dort eine Grenze, wo trotz mehrfacher Erinnerung überhaupt keine Antwort erfolgt; schließlich ist es nicht angängig, die pünktlich zahlenden Mitglieder zugunsten der säumigen Mitglieder insofern zu benachteiligen, als der Schaden, der sich aus den Aufwendungen für vermehrte Verwaltungsarbeit, Porto und anderes mehr ergibt, von der Gesamtheit der Mitglieder getragen werden muß.

Der Umfang der von der Mitgliedabteilung geleisteten Arbeit geht aus folgenden Zahlen hervor:

Posteingang:	rd. 15 000	Briefe und Karten,
Postausgang:	rd. 17 000	Briefe und Karten,
außerdem:	rd. 36 000	Zahlungen,
	rd. 29 000	Zeitschrifteneinweisungen,
	rd. 29 000	Mitgliedkarten,
	rd. 18 200	Nachnahmen.

Die erhebliche Arbeitsteigerung gegen das Vorjahr konnte ohne Erhöhung der Angestelltenzahl bewältigt werden.

Gegenüber dem Vorjahre, das nur ein Mehr von 34 Mitgliedern hatte, betrug im Jahre 1927 der Zugang 229 Mitglieder.

Die genauen Zahlen der Mitgliederbewegung gibt folgende Aufstellung:

a) ordentliche Mitglieder

Bestand am 1. Januar 1927		28 446	
Neuaufnahmen	1151		
Wiederaufnahmen	152		
Übertritte von besuchenden Mitgliedern	179 =	1 482	
		29 928	
Verstorben	341		
Ausgeschieden	394		
Gelöscht	413 =	1 148 =	28 780.

b) besuchende Mitglieder

Bestand am 1. Januar 1927		968	
Neuaufnahmen	181		
Wiederaufnahmen	5 =	186	
		1 154	
Verstorben	2		
Ausgeschieden	96		
Gelöscht	14		
Übertritt z. o. Mitgl.	179 =	291 =	863
Gesamtmitgliederzahl am 1. Januar 1928			29 643
Bestand am 1. Januar 1927			29 414
mithin Zugang 1927:			229

Wieder müssen wir den Tod einer großen Anzahl hochgeschätzter Mitglieder beklagen. Wir nennen:

Gen.-Dir. Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. S. Bergmann, Berlin;
Oberbaudirektor a. D. Hermann Bücking, Bremen, (Ehrenmitglied des Bremer B.-V.);
Gen.-Dir. Dr. Armin Engelhardt, Offenbach a. M.;
Kommerzienrat Dr.-Ing. E. h. Carl Flohr, Berlin N 4;
Fabrikbes. Ing. Paul Hjarup, Berlin N. 20 (Ehrenmitglied des Berliner B.-V.);
Kommerzienrat Heinrich Kamp, Berlin-Grunewald;
Geh. Kommerzienrat Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Lorenz, Karlsruhe;
Baurat Dr.-Ing. E. h. Paul Bilfinger, Mannheim;
Stadtrat a. D. Baurat Georg Wunder, Leipzig S. 3 (Ehrenmitglied des Leipziger B.-V.);
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. C. Busley, Berlin.

Der Verein wird allen ein ehrendes Andenken bewahren.

Mitgliederaufnahme

Der Versuch, eindeutige Gesichtspunkte für eine Bewertung der technischen Mittelschulen bei der Aufnahme in den Verein zu finden, ergab, daß das private technische Schulwesen noch zu sehr der Einheitlichkeit ermangelt und daß die Ansichten über die an eine technische Mittelschule zu stellenden Ansprüche sehr weit auseinandergehen; daher gelangte die Versammlung des Vorstandsrates 1927 zu dem Beschluß, die Anträge mittlerer technischer Lehranstalten um Aufnahme ihrer Absolventen als ordentliche Mitglieder nach Leitsatz 3, d. h. nach mindestens fünfjähriger Ingenieurtätigkeit, von Fall zu Fall zu beurteilen. Der Vorstand hat nach Stellungnahme des Ausschusses für Berufsfragen in letzter Zeit einige staatliche und städtische Mittelschulen, die erst vor kurzem aus vorhanden gewesenen Anstalten zu höheren Maschinenbauschulen ausgebaut worden sind, in die für Leitsatz 3 bestehende Liste der Schulen aufgenommen (Frankfurt a. M., Hildburghausen, Leipzig). Ein Antrag auf Anerkennung einer Lehranstalt, die nicht ausschließlich von Staat und Stadt getragen wird, liegt zur Zeit zur Beratung vor, wobei sich sogleich zeigte, daß hier eine einheitliche Stellungnahme innerhalb des Ausschusses für Berufsfragen nicht so schnell wie bei der andern Gruppe von Schulen zu erreichen ist.

Mit Beginn des Jahres 1927 waren fünf Jahre verflossen, seitdem die ersten besuchenden Mitglieder (Personen, die noch nicht die Reife zur ordentlichen Mitgliedschaft besitzen) in den Verein aufgenommen wurden. Der Vorstand beschloß Ende 1927, die Bezirksvereine nach ihren Erfahrungen in dem nunmehr abgeschlossenen Jahrfünft zu befragen. Gleichzeitig erbat der Vorstand die Meinungsäußerung der Bezirksvereine über eine Anregung aus den Vorstandsratverhandlungen, die Aufnahmemöglichkeit für besuchende Mitglieder zu erweitern. Die Bezirksvereine berichteten in der Mehrzahl günstig über die besuchende Mitgliedschaft, stellten sich jedoch großenteils zweifelnd zu der Anregung ein, die Gruppe der besuchenden Mitglieder auszudehnen. Zur Zeit liegt ein Vermittlungsvorschlag vor, Personen, die nachweislich eine mindestens fünfjährige Ingenieurtätigkeit aufzuweisen haben, ohne Rücksicht auf eine bestimmte Schulbildung als besuchende Mitglieder aufzunehmen, falls sie voraussichtlich nach genauer Prüfung Gewähr bieten, später als ordentliche Mitglieder aufgenommen werden zu können.

Rechnung des Jahres 1927

Die Einnahmen übersteigen die Ausgaben mit rd. 36 000 RM, die zuzüglich des Vortrages aus 1927 für das Jahr 1928 vorgetragen werden.

Bücherei und Lesesaal

Der Bestand hat sich im Jahre 1927 um 1556 Bücher und 192 Zeitschriftenbände, zusammen 1748 Bände vermehrt. Der Gesamt-Bücherbestand umfaßt zur Zeit 14 649 Bücher und 3676 Zeitschriftenbände, zusammen 18 325 Bände, ungefähr 3100 Dissertationen und zahlreiche Firmenkataloge. An Zeitschriften gingen laufend 565 ein, darunter 204 ausländische. Von diesen liegen 210 ständig im Lesesaal aus, die übrigen können den Besuchern auf Wunsch sofort vorgelegt werden.

Der Lesesaal wurde von rd. 10 000 Personen gegen rd. 9000 Personen im Jahre 1926 und rd. 7300 im Jahre 1925 besucht.

Von den Mitgliedern des Vereines und Besuchern der Bücherei sind eine größere Zahl von Werken geschenkweise eingegangen.

Posteingänge der Geschäftstelle

Die Gesamtzahl der eingegangenen Postsachen (ohne Zeitschriften, Pakete und Drucksachen) betrug im abgelaufenen Jahr 70 406 Stück, gegenüber 64 180 im Jahre 1926, 59 166 im Jahre 1925 und 54 373 im Jahre 1924.

Ingenieurhilfe

Die Ingenieurhilfe hat trotz der Entlastung durch die Ingenieur-Nothilfe, die sich auf die Unterstützung stellenloser Mitglieder beschränkte, auch im abgelaufenen Jahre mit den geringen zur Verfügung stehenden Mitteln nur die dringendsten Fälle berücksichtigen können.

Nachdem die für die Ingenieur-Nothilfe im Jahre 1926 gesammelten Mittel mit Ende des Jahres 1927 bis auf einen geringen Betrag aufgebraucht waren, hat der Vorstand des Vereines die Auflösung der Ingenieur-Nothilfe mit dem 31. Dezember 1927 beschlossen. Vom 1. Januar 1928 ab hat daher wieder die Ingenieurhilfe die Unterstützungen auch an stellenlose Mitglieder übernommen. Es muß im Gegensatz zum Frühjahr 1927, in dem die Stellenlosigkeit merklich zurückging, jetzt wieder eine erhebliche Zunahme der Arbeitslosigkeit festgestellt werden. Angesichts dieser betrübenden Tatsache wird es der Ingenieurhilfe im neuen Jahr schwer werden, allen Anforderungen gerecht zu werden. Schon im verflossenen Jahre war das Kuratorium gezwungen, aus Mangel an Mitteln die Gewährung von Unterstützungen von dem Nachweis abhängig zu machen, daß alle Unterstützungsmöglichkeiten von öffentlichen und privaten Wohlfahrtseinrichtungen erschöpft waren. Allgemein gehen die Erfahrungen des Kuratoriums dahin, daß das Bewußtsein der Zusammengehörigkeit noch einer viel stärkeren Pflege bedarf, damit der Ingenieurberuf sowohl in der Mittelhergabe, wie in der sonstigen Hilfsbereitschaft seine Pflichten gegenüber den in Not befindlichen Fachgenossen erfüllt. Der Eingang der vom Vorstandsrat beschlossenen Abgabe von 1 RM je Mitglied als Beitrag zur Ingenieurhilfe ergab in dieser Hinsicht kein sehr erfreuliches Bild.

Die Hilfskasse, die neben der Unterstützung von Witwen und Waisen verstorbener Mitglieder nur solche Fälle berücksichtigt hat, in denen die Notlage durch einen in der Person des Gesuchstellers liegenden Grund, wie Erwerbslosigkeit und Tod oder Krankheit in der Familie usw. hervorgerufen wurde, hat im Berichtjahre in 163 Fällen insgesamt 27 425,29 RM Unterstützungen gewährt. Allen Spendern, die der Hilfskasse wieder Beiträge zur Verfügung gestellt haben, sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Der Stellennachweis der Ingenieurhilfe ist wieder stark in Anspruch genommen worden. In zahlreichen Fällen veröffentlichten die VDI-Nachrichten besonders für ältere notleidende Mitglieder kostenfrei Stellengesuchanzeigen.

Den Herren Heil-Oberschlesien, Riebe-Berlin, Bußmann-Ruhr und Leupold-Chemnitz, die gemäß Beschluß der Hauptversammlung 1926 Hamburg die Verteilung der gesammelten Mittel für die Ingenieur-Nothilfe an die stellenlosen Fachgenossen übernahmen, sei für ihre mühevolle und selbstlose Arbeit im Dienst für die notleidenden Fachgenossen herzlichst gedankt. Im ganzen wurden rund 109 000 RM aus den Kreisen der Mitglieder gesammelt und bis auf 5000 RM verteilt. Der Rest wurde der Ingenieurhilfe überwiesen.

Die aus den Mitteln der Ingenieur-Nothilfe unterhaltene Arbeitsbeschaffung der Ingenieurhilfe beim Verein deutscher Ingenieure in Berlin wurde mit restlichen Mitteln der Ingenieur-Nothilfe noch bis zum 1. April 1928 weitergeführt und ist dann von der Ingenieurhilfe übernommen worden. Im ganzen wurden 355 stellenlose Ingenieure untergebracht.

Auf Antrag des Vereines sind aus einer vom Reichsarbeitsamt aus den Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge zur Verfügung gestellten Summe von 136 000 RM im Berichtjahre 55 stellenlose Ingenieure in 24 wissenschaftlichen Instituten beschäftigt worden. Da die Mittel vom Reich und den einzelnen Länderregierungen nur für das Etatsjahr 1927/1928 bewilligt sind, hat diese Notstandsmaßnahme mit dem 31. März 1928 ihr Ende erreicht.

Ehrensold

Der Ehrensold der Industrie E. V., der in Not geratenen Männern, die sich besondere Verdienste um die Naturwissenschaften und Technik erworben haben, für ihr eigenes Alter oder für ihre näheren Angehörigen einen angemessenen Lebensunterhalt sichern soll, hat im abgelaufenen Jahr in sieben Fällen laufende monatliche Unterstützungen gewährt. Fast alle Firmen, die dem Ehrensold für die Jahre 1924, 1925 und 1926 einen Beitrag zur Verfügung gestellt hatten, haben sich bereiterklärt, auch für die folgenden drei Jahre einen Beitrag an den Ehrensold zu zahlen. Die Auszahlung der vom Verwaltungsrat bewilligten Renten ist daher für weitere vier bis fünf Jahre gesichert, wenn nicht die Anforderungen an den Ehrensold in den nächsten Jahren erheblich steigen.

Stiftungen

Frau Maria Klingenberg, geb. Kayser, errichtete im Berichtjahre zum Andenken an ihren verstorbenen Gemahl, Geh. Baurat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Georg Klingenberg, beim Verein eine Georg-Klingenberg-Stiftung mit einem Kapital von 20 000 ℳ. Die Stiftung hat den Zweck, würdige und befähigte Studierende an deutschen Technischen Hochschulen durch Zuschüsse in ihrem Berufsstudium zu fördern.

Die aus den Zinsen der Stiftung hervorgehenden Stipendien sollen im Jahre 1928 zum ersten Male vom Vorstand verliehen werden.

Die C. Bach-Stiftung zur Förderung technisch-wissenschaftlicher Versuche, die infolge des durch den Währungsverfall erlittenen Vermögensverlustes ihre Tätigkeit hatte einstellen müssen, ist durch Zuwendungen des Gesamtvereines von 20 000 ℳ und des Oberschlesischen Bezirksvereines von 1000 ℳ in der Lage, wieder Mittel — wenn auch in bescheidenem Umfange — zur Verfügung zu stellen. Einschließlich der aufgelaufenen Zinsen beträgt das Vermögen am 31. Dezember 1927 rd. 22 000 ℳ.

Bezirksvereine und Ortsgruppen

Zu den 51 Bezirksvereinen und 26 Ortsgruppen des Vereines sind im vergangenen Jahre drei neue Ortsgruppen hinzugekommen. Der Kölner Bezirksverein hat die Ortsgruppe Gummersbach, der Fränkisch-Oberpfälzische-Bezirksverein die Ortsgruppe Bamberg und der Bremer Bezirksverein die Ortsgruppe Oldenburg gegründet. Der Württembergische Bezirksverein konnte sein 50jähriges Jubiläum und der Lausitzer Bezirksverein sein 25jähriges Jubiläum feiern.

Die Vorträge in den Bezirksvereinen befaßten sich mit folgenden Fachgebieten (in Klammern die Zahlen für 1926): Auslandsfragen 19 (13), Astronomie 4 (7), Arbeitsmaschinen 8 (10), Bauwesen 16 (20), Betriebstechnik und Betriebswissenschaft 30 (32), Berg- und Hüttenwesen 12 (12), Brennstoffe 5 (14), Dampfkessel und Feuerungen 16 (15), Dampfmaschinen und -Turbinen 3 (9), Elektrotechnik (Stark- und Schwachstrom) 18 (20), Nachrichtenwesen 5 (2), Förderwesen 14 (10), Gas- und Wasserversorgung 8 (5), Geschichte 9 (10), Hygiene und Gesundheitstechnik 3 (3), Ingenieurfragen 5 (6), Kältetechnik 2 (1), Kraftmaschinen und Kraftanlagen 9 (22), Landwirtschaft 2 (1), Lichttechnik 1 (6), Maschinenelemente und Getriebe 8 (3), Mathematik und Mechanik 9 (1), Meßtechnik 8 (9), Normung und Vereinheitlichung 9 (9), Technische Physik und Chemie 5 (10), Psychotechnik 1 (2), Recht und Verwaltung 11 (1), Schiffbau 4 (1), Schweißtechnik 11 (2), Selbstkostenwesen 3 (1), Soziales 2 (3), Textilindustrie 2 (2), Unfallverhütung 1, Unterricht und Erziehung 3 (9), Verarbeitende Industrien 8 (14), Verkehrswesen (Eisenbahn, Kraftwagen, Straßenbahn, Luftfahrt, Schiffahrt) 46 (21), Wärmewirtschaft 9 (22), Wasserwirtschaft 5 (8), Werkstoffkunde 37 (10), Werkstoffprüfung 10 (11), Wirtschaft 14 (8), Verschiedenes 43 (20).

Hiernach steht in der Zahl der Vorträge das Verkehrswesen an erster Stelle, ihm folgen die Werkstoffkunde und die Betriebswissenschaft. Es zeigt sich, daß die Eisenbahntechnische Tagung und die für Güterumschlagverkehr sich jetzt im Vortragswesen der Bezirksvereine auswirken, und es ist anzunehmen, daß demnächst die Werkstofftagung eine stärkere Behandlung der Werkstoffkunde auslösen wird, während die Betriebswissenschaft ihre Belebung aus den Arbeiten der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure erhält.

Bei 75 Besichtigungen, die von 38 Bezirksvereinen und sieben Ortsgruppen veranstaltet worden sind, konnten die in den Vorträgen behandelten Fragen durch die Anschauung ergänzt und vertieft werden.

Aus den Berichten ist ferner zu entnehmen, daß mehrere Bezirksvereine besondere wissenschaftliche Tagungen, Lehrgänge usw. veranstaltet oder sich an solchen Veranstaltungen beteiligt haben. So haben der Bergische Bezirksverein, der Hannoversche Bezirksverein und der Kölner Bezirksverein Lehrgänge über Schweißtechnik zum Teil zusammen mit dem Verband für autogene Metallbearbeitung veranstaltet. Die Kölner Schweißtechnische Tagung hatte eine Besucherzahl von 1250 aufzuweisen. Der Berliner Bezirksverein arbeitete eng mit den „Technisch-Wissenschaftlichen Veranstaltungen“ zusammen und hat hier bei wertvollen Vortragsreihen mitgewirkt. Der Ausschuß für technische Mechanik beim Berliner Bezirksverein pflegte in mehreren Vorträgen die einschlägigen Fragen besonders. Einen Fortbildungslehrgang für Ingenieure veranstaltete der Bremer Bezirksverein, einen Werkmeisterkursus und einen Refa-Kursus (Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung) der Kölner Bezirksverein und einen Abendkursus zur Fortbildung von Industriefacharbeitern der Lenne-Bezirksverein.

Besonders hervorzuheben sind noch der Sprechabend des Fachausschusses für Anstrichtechnik im Verein deutscher Ingenieure, den der Hamburger Bezirksverein im Dezember veranstaltete, und die Tagung für Maschinenelemente, die vom Mittelthüringer Bezirksverein durchgeführt wurde. Unter tatkräftiger Mitwirkung des Ruhr-Bezirksvereins konnte in Essen das „Haus der Technik“ gegründet werden, in dessen Rahmen technisch-wissenschaftliche Vorträge über alle Fachgebiete für Ingenieure, Meister und Arbeiter gehalten werden sollen.

Literarische Unternehmungen

Im Jahr 1927 betrug der Umfang der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

1912 Seiten mit rd. 4000 Abbildungen im Text sowie 10 besonderen Zeichnungstafeln und 40 Bildblättern. Ein Vergleich mit den entsprechenden Zahlen von 1926: 1772 Seiten mit rd. 3800 Abbildungen im Text sowie 6 Zeichnungstafeln und 2 Bildblättern, zeigt, daß der Umfang erheblich zugenommen hat und die Ausstattung wesentlich verbessert worden ist. An Fachheften wurden sechs herausgebracht: Werkstoffe (Nr. 17), Luftfahrt (Nr. 19), Hauptversammlung (Nr. 22), Werkstofftagung I (Nr. 43), Werkstofftagung II (Nr. 44) und „Großkraftwerk Klingenberg“ (Nr. 53).

Bei den Einzelaufsätzen des Jahrganges nimmt das Fachgebiet Werkstoffe 296 Seiten 16,3 vH des Gesamtumfanges der Zeitschrift ein und steht damit bei weitem an der Spitze der behandelten Gebiete, eine natürliche Folge der in diesen Zeitraum fallenden Werkstofftagung. Im übrigen strebte auch in diesem Jahre die Schriftleitung danach, alle Gebiete der wissenschaftlichen Technik möglichst gleichmäßig zu pflegen. Teilt man das gesamte Arbeitsgebiet der Zeitschrift in zwanzig große Gruppen ein, so treten noch folgende Hauptgruppen hervor: Dampfkraftanlagen, die verarbeitenden Industrien (Textilindustrie, Glasindustrie, Keramik, Buchdrucktechnik, Lebensmittelindustrie, Zuckerindustrie usw.) und die gemeinsamen Arbeitsgebiete (Mathematik, Mechanik, Unterricht, Forschungswesen, Normung), das Bauingenieurwesen, Werkzeugmaschinen und Werkstoffbearbeitung, Fördertechnik und Hebezeuge, Verbrennungskraftmaschinen, Schiffs- und Seewesen, Luftfahrt, während die andern Fachgebiete unter dem Mittel von 5 vH des Gesamtumfanges bleiben.

Neben den größeren Abhandlungen, die zum großen Teil Übersichten über die Entwicklung auf einem bestimmten Fachgebiet darstellen, bemüht sich die Schriftleitung weiter, die zeitarmen Leser durch kürzere Beiträge in der Rubrik „Rundschau“ über wichtige Fortschritte in den verschiedenen Arbeitsgebieten auf dem Laufenden zu halten. Ebenso wurden die „Kleinen Mitteilungen“, die möglichst schnell auf Neuerungen, insbesondere des Auslandes, hinweisen sollen, weiter beibehalten. Lebhaft beachtet wurde wieder die „Chronik“, in der maßgebende Fachmänner über den Stand und die Fortschritte auf den verschiedenen Gebieten berichteten.

Da auch im letzten Jahre neben den planmäßig geworbenen Aufsätzen und kürzeren Berichten viele bemerkenswerte Beiträge von erheblichem Umfang eingingen, war eine Unterbringung des Stoffes auf dem verfügbaren Raum nicht möglich. Viele Beiträge mußten abgelehnt, andre stark gekürzt werden. Auch zu Verzögerungen im Erscheinen der Arbeiten gab dieser Stoffüberschuß häufig Veranlassung.

Wichtige Aufgaben sind die Auswertung der vom Gesamtverein in seinem wissenschaftlichen Beirat, in den Fachausschüssen, in den befreundeten Gesellschaften behandelten Fragen und eine verstärkte Berücksichtigung der Arbeiten in den Bezirksvereinen.

VDI-Nachrichten

Die VDI-Nachrichten haben als Organ des Vereines deutscher Ingenieure und des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine weiter ihr Hauptziel verfolgt, ihren sehr großen Leserkreis über die große Gemeinschaftsarbeit zu unterrichten, auf der in immer steigendem Maße die Fortschritte der technischen Wissenschaft und Praxis beruhen. Berichte in knapper Form behandelten die Tagesfragen in Technik und Industrie und berücksichtigten besonders auch die Verhältnisse im Ausland. Hervorragende Persönlichkeiten nahmen in Leitaufsätzen Stellung zu großen Problemen der Technik sowie vom Standpunkt des Ingenieurs auch zu den wichtigsten Fragen der Volks- und Weltwirtschaft. Dabei wurde besonders eindringlich auf die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung hingewiesen.

Für die Berichterstattung über die Vorgänge in den Bezirksvereinen und Ortsgruppen des V. d. I. und für die Mitteilungen, welche die Geschäftstelle weitesten Kreisen bekanntmachen wollte, diente die Beilage „Mitteilungen aus dem Verein deutscher Ingenieure“. Das Blatt enthielt im Laufe des Jahres fast 500 Ankündigungen von Veranstaltungen der Bezirksvereine und 275 kurze Berichte über Vorträge, Besichtigungen und Versammlungen. Da die Mitteilungen aus der Geschäftstelle eine der wenigen Möglichkeiten darstellen, den Ingenieuren im Reich die durch die Geschäftstelle angeregten Veranstaltungen bekanntzugeben, waren die Ankündigungen der Ausschüsse recht zahlreich und gaben dadurch ein eindrucksvolles Bild von der vielseitigen Arbeit, die vom V. d. I., seinen Ausschüssen und den Bezirksvereinen im Verlauf eines Jahres geleistet wird.

In 26 Fachbeilagen konnten besonders wichtige Gebiete in einem den üblichen Rahmen der VDI-Nachrichten überschreitenden Umfang behandelt werden. Die als Mitteilungsblatt der Werkstofftagung zehnmal erschienene Beilage „Bau- und Werkstoffe“ brachte neben den Ankündigungen über Tagung und Ausstellung viele wertvolle Beiträge aus diesem Fachgebiet. Weiter wurden mehrere Beilagen den Gebieten „Industrielles Rechnungswesen“ und „Normung“ gewidmet. Ein dem Aufgabengebiet des Ingenieurs bisher fernliegendes Gebiet wurde in drei Beilagen „Heim und Technik“ von Hausfrauen und Ingenieuren unter den verschiedensten Gesichtspunkten behandelt; es wird weiter von der Schriftleitung mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt. Das zweimal erschienene „Technische Literaturblatt“ hat sich so bewährt, daß vom Jahrgang 1928 an die Besprechung neu erschienener Bücher planmäßig in dieser Form erfolgt, so daß Einzelbesprechungen fortfallen.

Die Erweiterung der Preistafel zur wöchentlich erscheinenden Beilage „Wirtschaft“ ist auch in diesem Jahr allgemein günstig beurteilt worden. Diese Beilage gibt Gelegenheit, den Leser über alle Tagesfragen der industriellen Wirtschaft schnell und zusammenfassend zu unterrichten. Neu aufgenommen wurde eine regelmäßige Berichterstattung über die Ereignisse auf dem Geldmarkt und an der Börse. Die Beilage gibt weiter gewissermaßen Rohmaterial für Konjunkturbetrachtungen. Diese Veröffentlichungen erfolgen im engen Zusammenhang mit der laufenden Konjunkturberichterstattung in der Zeitschrift „Technik und Wirtschaft“. Auch die Veröffentlichung von ausländischen Ausschreibungen fand große Anerkennung.

Einen Gesamtüberblick über die außerordentlich zahlreichen und vielseitigen Veröffentlichungen gibt die wiederum im Anhang zum Inhaltsverzeichnis der VDI-Zeitschrift erschienene Übersicht über den Inhalt der VDI-Nachrichten.

Der Jahrgang 1927 der Monatsschrift

„Technik und Wirtschaft“

enthält drei Fachhefte, die der „Normung im täglichen Leben“ (Januar), der „Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure“ (Mai) sowie dem „Industriellen Rechnungswesen“ (Oktober) gewidmet sind. Mit dem Maiheft wurde ein für die Leser von „Technik und Wirtschaft“ bisher noch unbekanntes Gebiet erschlossen, nämlich die Wirtschaft der Deutschen Reichspost, die, vom Unternehmerstandpunkt aus gesprochen, einen der größten deutschen Wirtschaftsbetriebe darstellt. Die Arbeiten über industrielles Rechnungswesen erschienen im Anschluß an die Tätigkeit des beim Verein deutscher Ingenieure für diese Fragen gegründeten Ausschusses.

Der abgeschlossene Jahrgang zeichnet sich weiter aus durch eine Reihe wertvoller technologisch-wirtschaftlicher Arbeiten, so aus dem Gebiete des Bergbaues, der chemischen Industrie, der Papierindustrie, der Porzellanindustrie und der Klavierindustrie. Der deutschen Elektrizitätswirtschaft wurden ebenfalls einige Aufsätze gewidmet, von denen vor allem der von Gercke über „Fragen der deutschen Elektrizitätswirtschaft“ (Juni) große Beach-

tung in den Kreisen der industriellen Wirtschaft gefunden hat, weil er wertvolle Fingerzeige für die Zukunft der deutschen Elektrizitätsversorgung gibt. Auch in diesem Jahre wurde den Tagesfragen der Rationalisierung Aufmerksamkeit geschenkt, und zwar standen die Probleme der Finanzierung, insbesondere der Bilanzierung bei der Umstellung von Betrieben auf rationellere Fertigung, im Vordergrund.

Insgesamt umfaßt der Jahrgang 1927 auf 348 Seiten 62 Aufsätze und 123 kleinere Beiträge.

„Maschinenbau"

In der vom Verein deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten herausgegebenen Zeitschrift „Maschinenbau" (24 Hefte) wurde mit Anfang des Jahres 1927 die äußerliche Trennung des technischen Teiles („Gestaltung und Betrieb") und des wirtschaftlichen Teiles fallengelassen, so daß die Zeitschrift sich dem Leser in einheitlicherer Form darbietet. Die Verantwortlichkeit für die wirtschaftlichen Aufsätze liegt nach wie vor beim Verein Deutscher Maschinenbauanstalten. Das Arbeitsgebiet der Zeitschrift ist das gleiche wie in den früheren Jahren geblieben, doch wurde etwas stärkerer Wert auf die Behandlung konstruktiver Fragen gelegt, und zwar insbesondere solcher Fragen, die grundsätzlicher Art und für viele Maschinengruppen wichtig sind, während die Behandlung konstruktiver Einzelheiten bestimmter Erzeugnisse im wesentlichen anderen Zeitschriften überlassen wurde. Zur Leipziger Frühjahrsmesse 1927 erschien ein besonders stark auf Auslandwirkung abgestelltes umfangreiches Sonderheft, das einen Querschnitt durch die Arbeitsweise erstklassiger deutscher Maschinenfabriken geben sollte. Außerdem wurde eine Anzahl von Sondergebieten in Fachheften ausführlicher behandelt: Holzbearbeitung, Schmierung und Kühlung, Konstrukteur und Betrieb, Werkstoffe, Getriebe. Mit der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, dem Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung und dem Deutschen Normenausschuß stand die Schriftleitung des „Maschinenbau" stets in enger Fühlung, die ihre Auswirkung auch im Inhalt der Zeitschrift fand.

Nachdem bereits seit 1926 Dampfkesselwesen (Bau und Betrieb) und Feuerungstechnik neben den rein wärmewirtschaftlichen Fragen in dem monatlich erscheinenden

Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen

eingehend behandelt worden waren, wurde im Jahre 1927 das Arbeitsgebiet auf alle wichtigen Aufgaben der Krafttechnik und Energiewirtschaft ausgedehnt, die sich mit der Wärmewirtschaft berühren. Eine Reihe von Arbeiten behandelt wichtige Probleme der Krafterzeugung, der Werkstoffkunde, der Schmiertechnik, der Wärmespeicherung mit ihrem Einfluß auf Güte und Erhöhung der Produktion usw. Auf rein wärmewirtschaftlichem Gebiet wurden die Entwicklung der Städteheizungen, die Kupplung von Kraft- und Wärmewirtschaft, die Abwärmeverwertung, die Wärmewirtschaft in verschiedenen Industriezweigen verfolgt.

Anläßlich der Werkstofftagung wurde ein Fachheft herausgegeben, das einschlägige Fragen der Werkstoffkunde aus dem Gebiet der Kraft- und Wärmewirtschaft behandelt. Das letzte Heft des Jahres bringt eine Übersicht über den heutigen Stand der Wärmespeicher.

Der Jahrgang 1927 umfaßte 404 Seiten mit rd. 500 Abbildungen. An Aufsätzen wurden ungefähr 115, an kleineren Beiträgen rd. 125 veröffentlicht.

Die

Zeitschrift für Metallkunde,

die in ihrem 20. Jahrgang steht, hatte auch 1927 einen reichlichen Zustrom wertvoller Arbeiten aufzuweisen; aus diesem Grunde wurde der Umfang der Hefte verstärkt. Gleichwohl konnten bemerkenswerte Beiträge nur verkürzt erscheinen. Die Berichtzeit ist u. a. gekennzeichnet durch das Fachheft „Dauerbruch". Dieses Heft bringt Beiträge erster Fachleute auf dem Gebiet des Dauerbruches und der Ermüdungserscheinungen. Ein anderes wichtiges Heft ist das Fachheft, das die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde gelegentlich der Werkstofftagung in bedeutend erweitertem Umfang herausgebracht hat. Es brachte bemerkenswerte Beiträge über Qualitätsmessing, den Aufbau der Kupfer-Zinklegierungen, Oberflächenveredelung bei Metallen durch Diffusion, Galvanisieren von Duralumin, und behandelte die wichtige Frage der Verwendung neuer Aluminiumlegierungen für Freileitungen. Wie in früheren Jahren hat die Zeitschrift für Metallkunde auch laufend über die Arbeiten der Ausschüsse der Gesellschaft berichtet. Weitere größere Arbeiten betreffen u. a. die Wärmebehandlung und Gefügeausbildung von $(\alpha + \beta)$-Messing, ferner den Einfluß verschiedener Metalle auf die Eigenschaften des Kupfers, die Bedeutung der Rekristallisation für die Praxis, Hochfrequenzöfen, innere Spannungen, Entmischungserscheinungen, wassergekühlte Kokillen und die spanabhebende Bearbeitung der Leichtmetalle. Die Rundschau brachte eine große Anzahl kritischer Berichte über die ausländischen Forschungsarbeiten. Entsprechend dem Anwachsen der Zahl der Bücher, die sich Fragen der Werkstoffkunde widmen, hat auch die Bücherschau erheblich an Umfang zugenommen.

Der Jahrgang 1927 umfaßt 12 Hefte mit 508 Seiten, 1014 Abbildungen im Text und 193 Zahlentafeln.

Die Arbeit der Monatschrift

„Technik in der Landwirtschaft"

hat sich auch im Jahre 1927 in der gleichen Richtung wie früher weiter entwickelt. Die Beobachtung der Landwirtschaft der Vereinigten Staaten ist in diesem Jahr besonders stark hervorgetreten, weil es uns möglich war, von drei auf Studienreisen befindlichen Fachleuten wertvolle und umfangreiche Berichte zu bekommen. Insbesondere die Kraftschlepper und die sehr zu beachtenden neuen vereinigten Mäh-Dresch-Maschinen wurden nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Seite eingehend und mehrfach behandelt.

Neu wurde ferner erörtert der Zusammenhang der deutschen eisenerzeugenden Industrie mit der Landwirtschaft als Eisenverbraucher; diese von uns erstmalig eingehend durchgearbeitete Frage hat erfreuliche und nachdrückliche Beachtung bei der eisenerzeugenden Industrie gefunden, die sich wahrscheinlich in einer materiellen Unterstützung der Landmaschinenforschung auswirken wird.

Der von der ausländischen Industrie besonders bedrohten jungen deutschen Mähmaschinen-Industrie wurde im Juniheft eine besondere Behandlung gewidmet. Die Frage der motorischen Bodenbearbeitung und der Mechanisierung der Feldarbeit drängt sich in engem Zusammenhang mit der heutigen Notlage der Landwirtschaft stark in den Vordergrund. Sie wurde dementsprechend bereits im Jahre 1927 stärker aufgegriffen und wird im Jahr 1928 noch umfangreicher bearbeitet werden.

Die Frage der Großberegnung hat im Jahre 1927 erhebliche Fortschritte gemacht und wurde dementsprechend in einigen Aufsätzen behandelt. Berichte über auswärtige Ausstellungen erschienen mehrmals, ferner laufende Berichte über die Arbeit der Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft.

Das neu eingeführte Archiv des Landmaschinenwesens, gibt eine Übersicht über die Welt-Zeitschriftenliteratur auf dem Gebiete der Technik in der Landwirtschaft und erfreut sich steigender Beachtung.

Die Notlage der Landwirtschaft, die sich im Jahre 1928 noch viel schärfer zeigen dürfte, muß auch von der Zeitschrift „Technik in der Landwirtschaft" nachdrücklich beachtet werden, da die Bekämpfung dieser Notlage zu einem erheblichen Teil Aufgabe der Technik ist.

Im Berichtsjahr war die Lage der alle zwei Monate erscheinenden

Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik

unverändert. In gleicher Weise wie in den vorangegangenen Jahren häufte sich das Angebot von wissenschaftlichen Originalarbeiten, so daß auch in diesem Jahrgang auf zusammenfassende Berichte aus Platzmangel verzichtet werden mußte. Eine größere Anzahl von Auf-

sätzen, die bereits angenommen sind, wird im Laufe des neuen Jahrganges zum Abdruck gelangen. Die Stoffverteilung ist wesentlich die gleiche wie im Vorjahre.

Im 7. Jahrgang wurden 35 größere Aufsätze, 21 kleinere wissenschaftliche Mitteilungen, darunter einige kurze Auszüge, 55 Buchbesprechungen, eine Anzahl Nachrichten, Zuschriften usf. auf einem Gesamtumfang von 508 S. veröffentlicht. Das letzte Heft des Bandes enthält die Wiedergabe der auf der Kissinger Jahresversammlung der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik gehaltenen 14 Vorträge teils in kürzeren Auszügen, teils im Wortlaut.

Die monatlich zweimal erscheinende

Technische Zeitschriftenschau

macht es sich zur Aufgabe, den literarisch tätigen Ingenieur in weitgehendem Maße zu entlasten, ihm das Durchsehen der Fachzeitschriften abzunehmen und den Inhalt der wichtigsten Aufsätze kurz wiederzugeben. Im Jahrgang 1927 werden 4232 solcher Hinweise gebracht. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet das zahlenmäßig einen Rückgang. Dieser hatte aber zweierlei Ursachen. Einmal betrug der Umfang der Einzelhefte bis zum Heft 16 vom 30. August 1927 nur je 12 Seiten, und von diesem Heft ab erhielt jedes zweite 16 Seiten. So standen 336 Seiten des Jahrganges 1926 nur 304 Seiten für den Jahrgang 1927 gegenüber. Ferner kommt noch hinzu, daß die Hinweise im Jahrgang 1927 durchweg etwas ausführlicher gehalten sind. Die Dezimal-Klassifikation der Auszüge wurde im Jahrgang 1927 fortgelassen. Das Jahresinhaltsverzeichnis wurde diesmal als Inhaltsverzeichnis des ganzen Jahrganges dem Heft 24, das statt dessen nur 12 Seiten Referate anstatt 16 erhielt, beigegeben. Im Jahrgang 1927 ist gegenüber 1926 der gesamte Stoff schärfer gegliedert und so angeordnet worden, daß technisch verwandte Gebiete aufeinander folgen.

Auslandzeitschriften

Die monatlich erscheinenden technischen Auslandzeitschriften „Engineering Progress“ und „El Progreso de la Ingenieria“, die vom Verein deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute und dem Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegeben werden, wollen im englisch und spanisch sprechenden Ausland über die Fortschritte und Spitzenleistungen der Technik, sowie über technische Einzelheiten von Bedeutung unterrichten. Die Leistungen der deutschen Industrie und die Ergebnisse deutscher Forschungen stehen dabei im Vordergrund, doch wird auch über ausländische Leistungen berichtet. In jedem Falle wird den Bedürfnissen des Auslandes weitgehend Rechnung getragen, so daß die Auslandzeitschriften als völlig unabhängige Organe der Herausgebervereine von internationaler Bedeutung sind.

Die internationalen technischen Veranstaltungen werden weitgehend berücksichtigt. Im Hinblick auf die im Jahre 1930 in Berlin stattfindende Weltkraftkonferenz, die sich mit energiewirtschaftlichen Fragen beschäftigen wird, sind das Märzheft des „Engineering Progress“ und das Aprilheft des „El Progreso de la Ingenieria“ als Fachhefte über das Klingenberg-Werk mit bedeutend erweitertem Umfang erschienen.

Technisch-geschichtliche Arbeiten

Im Archiv des V. d. I. werden fortlaufend alle Veröffentlichungen gesammelt, die für die Entwicklung des Vereins und besonders auch seiner Bezirksvereine bemerkenswert sind. Die technisch-geschichtliche Stoffsammlung wird fortlaufend ergänzt; zu diesem Zweck werden wöchentlich rd. 50 in- und ausländische Zeitschriften durchgesehen. Als Vorarbeit für eine Neuauflage des Buches „Männer der Technik“ wird die Sammlung von Lebensbeschreibungen und Bildnissen vervollständigt. Die bei technisch-geschichtlichen Vorträgen verwendeten Lichtbilder sind in einer besonderen Sammlung vereinigt.

Der 17. Band des Jahrbuches des Vereines deutscher Ingenieure: „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie“ ist nunmehr im DIN-Format A 4 erschienen. Es umfaßt 180 Seiten mit 321 Abbildungen und berücksichtigt besonders die Geschichte der Elektrotechnik, die in drei Aufsätzen und mehreren kleineren Beiträgen behandelt wird. Zu dem Gebiete des Maschinenbaues gehören Beiträge über die Erfindung der Druckmaschine, der Spinnerei- und Webereimaschinen und der Werkzeugmaschine. Hierzu kommen Arbeiten, die mit den Anfängen der optischen Industrie bekanntmachen, und solche allgemein industrie- und wirtschaftsgeschichtlicher Art. In einer Rundschau wurde über den Stand der technisch-geschichtlichen Forschungsarbeiten berichtet, und eine Literaturschau berücksichtigt alle neu erschienenen Bücher und Zeitschriftensätze technisch-geschichtlicher Art. Für die Sammlung von Unterlagen über wertvolle technische Kulturdenkmäler, die heute noch in Deutschland erhalten sind, dient eine ausführliche Abhandlung, die bei dem umfangreichen Stoff natürlich nicht erschöpfend sein konnte und daher in den nächsten Bänden fortgesetzt werden soll.

Das kulturgeschichtliche Werk „Das Geschütz im Mittelalter“, das Generalleutnant a. D. Dr. phil. h. c. Bernhard Rathgen verfaßt hat, wurde fertiggestellt. Der Verfasser, der vor endgültiger Fertigstellung der Drucklegung am 21. Februar 1927 verstorben ist, hat im Laufe von Jahrzehnten aus den Archiven und Rechnungen alter Städte umfangreiche Unterlagen über die Frühgeschichte der Pulverwaffen und des Waffenwesens gesammelt und in diesem 700 Seiten starken Buch verarbeitet. Er behandelt die Entwicklung der Waffen in Deutschland und auch in den verschiedenen andern Ländern, wie Italien, Spanien, Schweiz und Burgund. Dabei streift er die Grenzgebiete des Eisenhüttenwesens und der Chemie.

Weitgehend gefördert wurde auch die neue deutsche Ausgabe des Bergwerkbuches „De Re Metallica“. Dieses von dem großen deutschen Gelehrten Georg Agricola verfaßte Werk ist 1556 in Basel in lateinischer Sprache erschienen. Die Übertragung übernahmen unter der Schriftleitung von Geh. Bergrat Prof. Dr.-Ing. E. h. C. Schiffner Professoren der Bergakademie Freiberg i. Sa. und andre namhafte Fachgelehrte. Der Verein deutscher Ingenieure trat der Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum bei, die auf Vorschlag Oscar von Millers gegründet worden ist, um durch ihre Mitglieder die erforderlichen Mittel aufzubringen. Die Geschäftsführung dieser Gesellschaft wurde Professor Dr.-Ing. E. h. C. Matschoß übertragen. Die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten übernahm es, in Zusammenarbeit mit dem VDI-Verlag den Verkehr der Bearbeiter mit der Reichsdruckerei zu vermitteln, für die äußere Ausgestaltung des Werkes Sorge zu tragen und innerhalb der Mitglieder der Agricola-Gesellschaft zu werben und Bestellungen zu sammeln. Die neue deutsche Ausgabe ist im Mai dieses Jahres erschienen.

VDI-Verlag

Die Steigerung fast aller Kosten für die Herstellung der Zeitschriften im Berichtjahre konnte durch angestrengte Spar- und organisatorische Maßnahmen nur zum Teil ausgeglichen werden. Gleichwohl wurde ungeachtet der Mehrbelastung die Ausstattung der Zeitschriften wieder erheblich verbessert. Namentlich konnte das Gummidruck- (Offset-) Verfahren für die VDI-Nachrichten und für den Anzeigenteil der VDI-Zeitschrift so weit entwickelt werden, daß damit fast durchweg eine das gewöhnliche Buchdruckverfahren in der Tiefe und Weichheit der Abbildungen übertreffende Wirkung erzielt wurde.

Die Bezieherzahl ist bei allen Zeitschriften erfreulich gestiegen.

Die dem Verlag angegliederte VDI-Anzeigenberatung konnte die allgemeinen Grundlagen für eine zweckmäßige Gestaltung technischer Anzeigen weiter entwickeln und die Arbeitsergebnisse in Wort, Bild und Schrift an die in Frage kommenden Kreise herantragen, darüber hinaus aber auch auf Wunsch unmittelbar an der Ausarbeitung der Anzeigenentwürfe mitwirken. Daß hierfür ein Bedürfnis vorhanden ist, kann sowohl aus den ständig zu-

nehmenden Anfragen geschlossen werden, als auch aus der Zahl der Entwürfe, die aus dieser Zusammenarbeit hervorgegangen und veröffentlicht worden sind. Die Einrichtung ist im ersten Jahr ihres Bestehens bereits von 170 Firmen in Anspruch genommen worden, wobei 425 Entwurfskizzen und Anzeigentexte ausgearbeitet und davon rd. 40 vH zur Ausführung gebracht wurden.

Die Buchveröffentlichungen des VDI-Verlages sollen in Abgrenzung gegenüber den Privatverlagen im wesentlichen die Ergebnisse der vom Verein und seinen Ausschüssen geleisteten und veranlaßten Gemeinschaftsarbeit aufnehmen. Unter den 26 Neuerscheinungen des Jahres 1927 befinden sich daher allein 7 Forschungshefte, darunter die als Jubiläumsforschungsheft erschienene Festgabe zum 80. Geburtstag C. v. Bach's, auf dessen Anregung im Jahre 1901 der Verein mit der Herausgabe seiner „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens" begonnen hat. Besondere Erwähnung verdient das von der Gesellschaft für Metallkunde zur Werkstofftagung herausgegebene „Werkstoffhandbuch Nichteisenmetalle", dessen erste Auflage bereits nach ganz kurzer Zeit vergriffen war, und das in Verbindung mit dem Beuthverlag als erstes wissenschaftliches Buch dieser Art in Form von losen, in einem Ringbuch zusammengefaßten Einzelblättern herausgebracht wurde. Wichtige Neuerscheinungen des VDI-Verlages sind das von der Firma Robert Bosch A.-G. herausgegebene „Handbuch für Lehrlinge der allgemeinen Feinmechanik", das erstmals erschienene „Siemens-Jahrbuch", sowie das von J. Magg, Graz, verfaßte Buch „Dieselmaschinen", das die Grundlagen, Bauarten und Probleme der Ölmaschinen ausführlich an der Hand ausgezeichneter Bilder behandelt, und die „Gemeinfaßliche Darstellung der gesamten Schweißtechnik", von Bardtke.

Die VDI-Buchhandlung hat sich im Jahre 1928 befriedigend entwickelt; sowohl die Zahl der eingegangenen Aufträge als auch der Besuch in der im Ingenieurhaus befindlichen Bücherstube haben zugenommen. In steigendem Umfange wird auch die von der VDI-Buchhandlung in Verbindung mit den Schriftleitungen der Zeitschriften des Vereines ausgeübte Literaturberatung benutzt. Durch Vorträge, die in den Herbst- und Wintermonaten in der VDI-Bücherstube abgehalten wurden, wurde weiterhin die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf die Bestrebungen sowohl der VDI-Buchhandlung als auch der Beratungsstelle für technische Literatur gelenkt. An Druckschriften wurden neu herausgegeben die Fachkataloge „Kraft- und Arbeitsmaschinen" und „Werkstoff-Fachliteratur". Bearbeitet wurde ferner der Katalog „Technik" der Stadtbücherei Zwickau. In der Werkstoffschau hatte die VDI-Buchhandlung die umfangreiche Bücherei fachgemäß einzurichten, die sich eines starken Besuches erfreuen konnte. Am Jahresende erfolgte die Verlegung der VDI-Bücherstube aus dem 2. Stock in das Erdgeschoß. Besonders anerkennend sind die Urteile ausländischer Besucher über die Bücherstube, die erkennen lassen, daß entsprechende Einrichtungen im Auslande nicht vorhanden sind.

Beuth-Verlag

Auch im Berichtjahr ist eine gute Entwicklung im Absatz von Arbeitsergebnissen der Körperschaften festzustellen, die sich des Beuth-Verlages als Vertriebstelle bedienen. Besondern Anklang fanden die vom Deutschen Normenausschuß herausgegebenen Dinbücher und Dintaschenbücher, von denen mehrere wegen völligen Absatzes der Auflagen neu aufgelegt werden mußten. Aufgenommen wurde auch die Verbindung mit dem Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft.

Im einzelnen haben im Berichtjahr neu herausgebracht:

Deutscher Normenausschuß: 487 Normblätter; in zweiter Auflage die Dintaschenbücher 1 (Grundnormen), 4 (Werkstoffnormen), neu 7 (Normen für Elektrotechnik: Maschinen, Transformatoren, Apparate), 8 (desgl.: Installationsmaterial, Kabel, Freileitungen), 9 (Profile), 10 (Schrauben, Muttern und Zubehör); Dinbuch 3 (Schrauben) und in vierter Auflage Dinbuch 8 (Zeichnungen). Ferner die Schriften: Normblatt-Verzeichnis (Frühjahrs- und Herbstausgabe), „Stand der Normung", „Normung im Rundfunk" und die Druckschrift „Zehn Jahre deutscher Normung 1917—1927".

Unfallverhütungsbild-G. m. b. H.: 24 Unfallverhütungsbilder.

Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL): 8 Ralblätter über Lieferbedingungen.

Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF): 18 Blätter über Stanzereitechnik, 12 Betriebsblätter, 10 Getriebeblätter, 2 neue und 12 geänderte Blätter über Richtwerte, 10 Merkhefte, 2 Maschinenkarten mit erweiterter Anleitung für sämtliche Maschinenkarten, 4 Blätter über Arbeitzeitmessungen.

Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung (Refa): Heft „Zweck und Durchführung von Arbeits- und Zeitaufnahmen in der Gießerei", sowie eine Ergänzungsmappe zur Mappe „Spanabhebende Formung".

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB): 23 Blätter über Werkzeugmaschinen (Reihe wird noch vervollständigt). Vorbereitet werden Konstruktionsblätter (als erste Reihe Gießereiblätter).

Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL): 4 Betriebsmerkblätter, 10 Lehrbildtafeln, 4 Hefte der ATL-Schriftenreihe.

Deutscher Dampfkesselausschuß: Nachtrag zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel. Neue vollständige Ausgabe dieser sowie der gleichen Vorschriften für Schiffsdampfkessel sind im Februar 1928 erschienen.

Tagungen

Hauptversammlung

Die bereits im Jahre 1923 für Mannheim geplante Hauptversammlung mußte wegen der Inflation und der vorübergehenden Besetzung der Stadt Mannheim durch die Franzosen ausfallen. Um so freudiger wurde es begrüßt, daß nunmehr die Hauptversammlung 1927 in Mannheim-Heidelberg die Möglichkeit bot, die Beziehungen zu den Fachgenossen im noch besetzten Gebiet wieder inniger zu gestalten.

Neben den beiden Hauptvorträgen, die sich mit den technischen Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschrittes und der technischen Entwicklung der Reichspost befaßten, wurden in fünf Fachsitzungen die Tagesfragen auf dem Gebiete der Verbrennungsmotoren, der Anstrichtechnik, der Dampftechnik, des Ausbildungswesens und der Betriebstechnik ausgiebig behandelt. Daneben wurde erstmalig eine Tagung der Werbeingenieure mit zwei Vorträgen über Veredlung, Wirksamkeit und Auswertung des Anzeigenwesens abgehalten, während die Gesellschaft für Bauingenieurwesen ebenfalls erstmalig im Rahmen der Hauptversammlung des Vereines ihre Mitgliederversammlung veranstaltete.

Herrn Prof. Dr.-Ing. E. h. Hugo Junkers verlieh die Hauptversammlung die Grashof-Denkmünze, den Herren Exz. Ing. Dr. Wilhelm Exner, Wien, und Kommerzienrat Dr. Hermann Röchling, Völklingen, die Ehrenmitgliedschaft.

Die Tagung fand mit einer sehr stimmungsvollen Kundgebung auf dem Heidelberger Schloß ihren Abschluß.

Im Anschluß an die Hauptversammlung gab ein Ausflug ins besetzte Gebiet nach Neustadt a. H. Gelegenheit, die Fachgenossen aus dem Saargebiet aufs herzlichste zu begrüßen.

Werkstofftagung

Vom 22. Oktober bis 13. November 1927 fand in Berlin die Werkstofftagung statt. Mit dem Verein deutscher Ingenieure waren hieran beteiligt: der Verein deutscher Eisenhüttenleute, die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde und der Zentralverband der Deutschen Elektrotechnischen Industrie. Der Gedanke, alle Werkstoffe zu behandeln und darzustellen, mit denen der Ingenieur zu tun hat, mußte aufgegeben werden, weil damit der Umfang

zu groß geworden wäre. Man beschränkte sich auf Stahl und Eisen, die Nichteisenmetalle und die elektrotechnischen Isolierstoffe.

Um die Verbraucher zu berücksichtigen, wurde ein Beirat der Verbraucher gegründet, für den die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure die Federführung übernahm. In 12 Gruppen traten Vertreter der werkstoffverarbeitenden Industrie zusammen. In vielen Sitzungen, z. T. gemeinsam mit den Werkstoffherstellern, wurden Vorschläge für die geplanten Vortragsreihen aufgestellt und Anregungen für die Ausgestaltung der Werkstoffschau gegeben.

Neben der Geschäftstelle der Werkstofftagung selbst fand im Ingenieurhaus auch die Geschäftstelle der Gruppe Nichteisenmetalle Unterkunft, die eng mit der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde zusammenarbeitete.

Von Anfang an bestand Klarheit darüber, daß neben den Vorträgen eine Schau dem Teilnehmer ein eindringliches Bild von dem gegenwärtigen Stande der Werkstofffragen geben solle. 220 Vorträge, teils von Erzeugern, teils von Verbrauchern, von Männern der Wissenschaft und der Praxis gehalten, gaben zusammen mit den sich anschließenden Aussprachen den über alle Erwartungen zahlreichen Besuchern Kenntnis vom deutschen Werkstoff. Ausgegeben wurden im ganzen 7550 Teilnehmerkarten, zu einzelnen Vorträgen erschienen mehr als 800 Zuhörer.

Waren die Vortragsreihen mehr für einen engeren Kreis von Werkstoff-Fachleuten bestimmt, so sollte die Werkstoffschau, in der Neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm, nach einheitlichem Plan aufgebaut, allen in Industrie und Handwerk Tätigen, vom Generaldirektor bis zum Facharbeiter, einen Begriff geben von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Prüfung und vor allem Aufklärung über die Auswahl und Behandlung der Werkstoffe. Weiterhin sollte auch den nichttechnisch eingestellten Besuchern gezeigt werden, welche Bedeutung dem Werkstoff im Leben des einzelnen zukommt, und endlich war es der Wunsch der beteiligten Kreise, unter Beweis zu stellen, daß deutscher Werkstoff wieder in der früher bekannten Güte hergestellt wird.

Die Prüfschau zeigte in der physikalischen, chemischen, metallographischen, mechanischen und technologischen Abteilung sämtliche heute angewandten Prüfverfahren, und zwar ohne Ausnahme in praktischen Vorführungen. Die Elektrotechnik führte in einem Hochspannungsprüffeld Isolationsprüfungen mit 1 000 000 Volt Gleichstromstoß und Wechselstrom vor. In der Werkstoffübersicht war dargestellt, welche Anwendung die einzelnen Stoffe finden, welche Fehler bei Herstellung und Verarbeitung gemacht werden und welche Mittel die heutige Werkstoffkenntnis uns an die Hand gibt, um sie zu vermeiden.

Der Besuch der Schau stieg von Tag zu Tag und war mitunter so stark, daß für ernste Besucher kaum noch die Möglichkeit zum Studium des Dargestellten blieb. Die Gesamtzahl der Besucher betrug 235 000, unter diesen etwa 40 000 Schüler von Fachschulen, Berufschulen und höheren Lehranstalten Berlins und zahlreicher sonstiger Städte. Der Verein deutscher Ingenieure richtete planmäßig sachkundige Führungen ein, für die sich etwa 40 Fachgenossen zur Verfügung stellten; insgesamt sind etwa 45 000 Besucher geführt worden.

Mit besonderer Sorgfalt wird an der Auswertung der Werkstofftagung gearbeitet. Sämtliche Vorträge nebst Aussprachen sollen, zu kleinen Heften zusammengestellt, im Druck erscheinen. Von allen Abteilungen der Schau sind Bilder aufgenommen, die z. T. schon in den zusammenfassenden Veröffentlichungen der führenden technischen Zeitschriften erschienen sind. Die besonders wirkungsvollen Lehrtafeln werden nach Auswahl überarbeitet und sollen alsdann auch in besonderen Heften veröffentlicht werden. Zwei schon zur Tagung erschienene Werkstoffhandbücher, für Stahl-Eisen und für Nichteisenmetalle, in Ringbuchform geben Aufschluß über den jetzigen Stand der Werkstoffkunde.

Die große Bedeutung der Werkstofftagung liegt darin, daß sie allen in der deutschen Industrie irgendwie verantwortlich Tätigen in eindringlicher Weise zum Bewußtsein gebracht hat, wie wichtig für den Erfolg jeg licher Fertigung der Werkstoff ist. Erzeuger und Ver braucher sind zusammengeführt. Sie haben gemeinsam die Vorarbeit geleistet, gemeinsam die Veranstaltung durchgeführt und sind entschlossen, gemeinsam auch für die Zukunft an der Fortentwicklung des deutschen Werkstoffes zu arbeiten.

Facharbeiten

Berufsfragen

Zu einer großen Aussprache über den vom Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine ausgehenden Entwurf eines Gesetzes zur Errichtung von Kammern der freien technischen Berufe hat das Reichswirtschaftsministerium Mitte 1927 die technischen Vereine und Verbände eingeladen. Es ergab sich ein wenig einheitliches Bild über die Einstellung der Technikerschaft. Während die Vereinigungen selbständiger Ingenieure, Architekten, Landmesser und Chemiker lebhaft für den Entwurf eintraten, waren diejenigen der Angestellten und der Industrie überwiegend zurückhaltend oder gänzlich ablehnend. Dieses Bild spiegelte sich auch im Kreise unsrer Mitglieder wieder. Weder der Ausschuß für Berufsfragen noch die Bezirksvereine oder der Vorstandsrat konnten sich einmütig für den Entwurf aussprechen; es zeigte sich eben, daß für ihn keine tragfähige Mehrheit in unserm Verein zu finden war. Der Verein mußte daher dem Ministerium berichten, daß dieser im Verein deutscher Ingenieure keine überwiegende Zustimmung gefunden hat.

Gleichzeitig war aber der Wunsch nach einem tatkräftigen Versuch erkennbar, einen Schutz der Berufsbezeichnung „Ingenieur" gegen Mißbrauch anzubahnen. Die Entwicklung in Deutschland geht damit der in vielen außerdeutschen Ländern gleich. Hier wie dort muß man auf gesetzliche Mittel zurückgreifen. Ein Sondergesetz wird jedoch kaum geeignet und kaum zu erreichen sein. Vielmehr ist anzunehmen, daß ein allgemein gehaltener Zusatz im Strafgesetzbuch dem Mißbrauch „staatlich anerkannter Berufsbezeichnungen" wehren kann und daß es einer Durchführungsverordnung vorbehalten bleiben wird, sachlich festzulegen, wer das Recht haben soll, die Berufsbezeichnung „Ingenieur" zu führen. Der Entwurf einer solchen Verordnung liegt jetzt den Bezirksvereinen vor.

In einem Gesetzentwurf zur Änderung der Gewerbeordnung und des Handelsgesetzbuches (Handwerksnovelle) versucht die Regierung die alte Streitfrage, wie Fabrik und Handwerk gegeneinander abzugrenzen sind, zu regeln. Die Art, wie dies geschehen soll, birgt eine erhebliche Gefahr für kleinere, von Ingenieuren geleitete Betriebe in sich. Diese können danach sehr leicht unter die Regelung für das Handwerk fallen. Damit würde u. U. eine materielle Schädigung dieser Betriebe und ein Hemmnis für die technische Entwicklung verbunden sein. Wenn gegen die Absichten des Gesetzentwurfes auch von nichttechnischer Seite bereits Widerspruch erhoben war, so hat es der Verein doch für notwendig erachtet, beteiligte Stellen ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß auch die Art des Betriebes ausschlaggebend sei und daß diese sich nach dem Stande der Fertigungstechnik und nicht nach Umfang und nach Person des Leiters richtet, wodurch die von Ingenieuren meist auf eine höhere als die handwerkliche Fertigungsstufe gebrachten Betriebe aus dem Rahmen der Handwerks-Gesetzgebung herausfallen müssen.

Das Gesetz über die preußische Städteordnung ist auch im Berichtjahr im Parlament noch nicht zur abschließenden Verhandlung gekommen.

Die bevorstehende Verwaltungsreform im Reich und in den Ländern wird unserer Beachtung bedürfen, um zu erreichen, daß endlich technischer Geist in der Verwaltung mehr als bisher Eingang findet.

Die Gebührenordnungen der Architekten und Ingenieure gingen bis Mitte 1926 auf Fassungen aus der Inflationszeit zurück. Zu dieser Zeit gaben die Architekten ihrer Gebührenordnung einen Wortlaut, der sich den

etzigen Währungs- und Wirtschaftsverhältnissen anpaßt, hne auf Gebührenordnungen aus den vorhergehenden ahren zurückzugreifen. Auch wurden die Vertragsbetimmungen zwischen Architekten und Auftraggebern, die isher besonders neben der Gebührenordnung bestanden, n diese hineingearbeitet. Die Ingenieure berieten auf Veranlassung des Ausschusses für Gebührenordnung ängere Zeit über ein entsprechendes Vorgehen, konnten edoch erst Ende 1927 eine völlig neue Gebührenordnung n die Öffentlichkeit bringen, da die Vertragsbestimmungen wischen Auftraggeber und Ingenieur erst gemäß dem Sinn der Gebührenordnung der Architekten umzuarbeien waren, eine neue Gebührenordnung für statische Beechnungen einzufügen war und sich auch sonst einige beondere Änderungen als notwendig erwiesen. Mit Anfang 928 ist die Gebührenordnung der Ingenieure wieder im Buchhandel erschienen. Die Gebührenordnung für Schätzungen soll demnächst neu gefaßt werden. Die Stunlensätze sind in der Gebührenordnung für 1927 die gleichen wie vorher geblieben. Dadurch wurde es erleichtert, weiter m Sinne der Anerkennung namentlich bei den Gerichten u arbeiten. Die in den letzten Geschäftsberichten beklagten Schwierigkeiten, die Gerichte zu bewegen, die Sätze ler Gebührenordnung als üblichen Preis zu betrachten, aben dank der im letzten Geschäftsbericht angekündigten Aufklärungsarbeit bei den Gerichten wenigstens teilweise nachgelassen. Eine ganze Reihe von Erkenntnissen, n denen die Stundensätze als üblich bezeichnet werden, ind bekanntgeworden. Sie werden von der Geschäftsstelle estgehalten, und ihre Sammlung wird auf Wunsch an Mitlieder abgegeben. Es ist dringend erwünscht, daß die Mitlieder solche Anerkennungen der G.-O. seitens der Gerichte ler Geschäftstelle mitteilen und sich rechtzeitig den Rat der Geschäftstelle einholen, ehe sie den Gerichten Gebührenechnungen einreichen, die zu Streitigkeiten führen können.

Der Sachverständigennachweis des Vereins rfreut sich steigender Benutzung, wird aber immer noch icht hinreichend in Anspruch genommen. Die Ermittlung eeigneter Sachverständiger darf sich nicht auf das Aufuchen von Anschriften aus Verzeichnissen oder Karteien eschränken, sondern muß aus der lebendigen Arbeit innerhalb der Fachwelt und aus einem geschulten Einfühlen in ie Aufgabe, die dem Sachverständigen gestellt wird, herauswachsen. Gerade die auf technische Gemeinschaftsarbeit ingestellte Tätigkeit des Vereines deutscher Ingenieure ietet für einen einwandfreien Sachverständigennachweis ine sehr geeignete Grundlage. Erfreulicherweise bedienen ich namentlich die Berliner Gerichte, aber auch manche ndustrie- und Handelskammern im Reiche, des beim Verin deutscher Ingenieure bestehenden Sachverständigenachweises in steigendem Maße.

Der Anfang 1927 auf Grund eines Erlasses des Preußichen Volkswohlfahrtsministers gebildete Ausschuß ür Prüfingenieure für Statik (Vors. Hr. C. Bernhard, Berlin) hat auf seinen Aufruf zur Bewerbung um Zulassung als Prüfingenieur mehrere hundert Gesuche erhalten. Über die Gesichtspunkte für die Auswahl erhoben sich Meinungsverschiedenheiten. Besonders pielte die Frage eine Rolle, ob ausschließlich im freien Beruf stehende Ingenieure oder in beschränktem Maß auch ngestellte und beamtete Ingenieure für die Tätigkeit des Prüfingenieurs in Betracht kommen. Schließlich gelang es, ngeachtet aller Schwierigkeiten, die Mitglieder des Auschusses, welche die wichtigsten Ingenieur- und Bauindutrie-Vereinigungen vertraten, auf gewisse Merkmale zu inigen, so daß etwa 50 Bewerber dem Ministerium vorgeschlagen werden konnten, von denen Ende 1927 zunächst 9 durch Ministerialverfügung berufen wurden, während ber die übrigen vorgeschlagenen ebenso wie über einen Teil der Bewerbungen noch nicht entschieden ist, insbeondere, weil im Ministerium jetzt andere Ansichten als rüher auftreten.

Für die nächste Zeit wird der Ausschuß die besonders ei baupolizeilichen Behörden und auch an andern Stellen och heute bestehenden Bedenken und Widerstände gegen ie Einrichtung der Prüfingenieure zu beseitigen, das Verrauen zu ihr zu stärken und den Prüfingenieuren zu prakscher Wirksamkeit zu verhelfen haben.

Patentausschuß

Zu Beginn des Jahres 1927 erließ der Herr Reichsminister der Justiz an die in Betracht kommenden Verbände ein Rundschreiben über „Abänderung der den gewerblichen Rechtsschutz betreffenden Gesetze“ mit der Aufforderung um Stellungnahme. Das Rundschreiben wurde in einer vorbereitenden und in einer Hauptsitzung des Patentausschusses durchberaten, wobei sich herausstellte, daß größere Änderungen nötig seien; mit der Vertretung bei den Besprechungen im Reichsjustizministerium wurde der Vorsitzende des Patentausschusses, Hr. Kuhlemann, Bochum, betraut.

Außer mit den in den Anlagen zum Rundschreiben des Herrn Reichsjustizministers angeführten Änderungen, die für die Neufassung des Patentgesetzes unmittelbar in Betracht kommen, befaßte sich der Patentausschuß im verflossenen Jahre hauptsächlich mit der Frage der Präklusivfrist, der Zuvielpatentierung, der Prioritätsbevorzugung Berlins und der Patentdauer.

Bei der Präklusivfrist erstrebt der Patentausschuß eine Milderung des jetzigen Zustandes durch Einführung des Vorschlages Mittelstaedt in einer Fassung von Dr. Wirth, wonach die Wirkung des Patentes nicht eintritt gegen denjenigen, der nur von der nach § 2 des Patentgesetzes bekannten Technik Gebrauch macht.

In der Frage der Zuvielpatentierung ist eine Rundfrage an die Bezirksvereine gerichtet worden, um nachprüfbare Unterlagen heranzuschaffen, die nach eingehender Überprüfung dem Reichspatentamt vorgelegt werden sollen.

Um die Prioritätsbevorzugung Berlins abzustellen, ist eine Eingabe an das Reichspatentamt gerichtet worden dahingehend, daß alle Erklärungen, die mit einer Rechtsfolge verbunden sind, mit dem Datum gewertet werden, mit dem sie zur Post gegeben sind.

In der Frage der Patentdauer hat sich der Verein einem Vorschlag des Deutschen Vereins für den Schutz des gewerblichen Eigentums angeschlossen, nach welchem eine Höchstdauer von 19 Jahren nach der Anmeldung festgesetzt wird.

Der Verein hat im abgelaufenen Jahr eine Eingabe an das Reichsjustizministerium wegen Beschleunigung des Geschäftsganges im Reichspatentamt gerichtet. Der Patentausschuß hat festgestellt, daß die vom Herrn Reichsjustizminister eingelaufene Antwort in keiner Weise zufriedenstellend ist. Die Angelegenheit ist in mündlicher Aussprache an der Hand von Beispielen im Reichsjustizministerium verfolgt worden.

Auskunftei

Die Auskunftei erledigte im Berichtjahre rd. 2400 Anfragen. Die Auskünfte wurden schriftlich oder mündlich erteilt und erstreckten sich im wesentlichen auf Angaben von Firmenanschriften, technischem Schrifttum und Auskunft in technischen Angelegenheiten. Ein Teil dieser Arbeiten wurde von der Schriftleitung der Technischen Zeitschriftenschau erledigt. Von Beginn 1928 ab ist das Auskunftswesen in einer besonderen Abteilung zusammengefaßt.

Auslandstelle

Die Auslandstelle hat die Aufgabe, die Beziehungen zwischen dem Gesamtverein und der ausländischen Ingenieurwelt zu pflegen. Als solche ist sie eine Hilfsstelle für die Schriftleitungen, den Verlag und die dem Verein angeschlossenen Ausschüsse und Körperschaften. Auch hat sie vor allem Beziehungen mit ausländischen Ingenieurvereinen anzubahnen und zu vertiefen. Ferner muß sie Fühlungnahme mit einzelnen im Auslande weilenden deutschen und fremdländischen Ingenieuren suchen. Die so geschaffenen Verbindungen sollen dann zweckmäßig zur Erlangung von Berichten aus dem Auslande benutzt werden. Auch können diese Verbindungen unseren ins Ausland reisenden Mitgliedern dienlich gemacht werden. So konnten wir auch in diesem Berichtjahr wieder vielen Auslandreisenden mit Empfehlungen und Ratschlägen behilflich sein. Besonders wurde die Auslandstelle in diesem Jahr viel von ausländischen Ingenieuren in An-

spruch genommen, die sie bei der Durchführung ihrer Studienreisen in Deutschland unterstützte.

Vor allem wurde die Auslandstelle im Berichtsjahr stark in den Dienst der Werkstofftagung gestellt. Sie hatte zur Werbung für die Tagung die Verbindung mit der ausländischen Presse zu suchen und sandte rd. 8000 Mitteilungen ins Ausland. Während der Werkstofftagung hatte sie für die Führung der ausländischen Ingenieure durch die Werkstoffschau zu sorgen.

Filmnachweis

Die Nachfrage nach technisch-wissenschaftlichen Filmen war auch im abgelaufenen Jahr sehr rege, so daß vom Filmnachweis eine große Anzahl von Filmen für Bezirksvereine, Schulen und Einzelpersonen nachgewiesen werden konnte. Da viele der vor drei Jahren karteilich erfaßten Filme inzwischen veraltet sind, mußte eine Sichtung des gesamten Stoffes und eine Neuaufstellung der Kartei vorgenommen werden, die noch nicht abgeschlossen ist.

Eingaben

Im abgelaufenen Jahr gingen vom Verein folgende Eingaben aus:

17. 6. 27. An das Reichsjustizministerium betr. schleppenden Gang im Reichspatentamt.

21. 6. 27 An den Reichskanzler, den Reichsminister der Finanzen, den Reichsminister des Innern betr. Weitergewährung der erforderlichen Mittel zur Durchführung der wichtigen experimentellen Forschungsaufgaben der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft im Interesse der wissenschaftlichen Ausbildung des akademischen Nachwuchses.

12. 10. 27. An den Reichsrat betr. Einstufung der Beamten mit technischer und naturwissenschaftlicher Vorbildung im Besoldungsgesetzentwurf.

28. 11. 27. An den Präsidenten des Reichspatentamtes betr. Abstellung des Personalmangels im Reichspatentamt und Herstellung größerer Auflagen der Patentschriften.

14. 2. 28. An den Präsidenten des Reichspatentamtes betr. Prioritätsbevorzugung.

14. 2. 28. An den Reichsminister des Innern betr. Neubau des wärmetechnischen Instituts der Physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Wissenschaftlicher Beirat

Die Arbeiten des Vereines deutscher Ingenieure, soweit sie sich auf Förderung wissenschaftlicher Forschungen und gemeinsame Beratungen von Ingenieuraufgaben beziehen, haben sich in den letzten Jahren recht erfreulich entwickelt. Der Wissenschaftliche Beirat, dem die Pflege dieser Seite der Vereinstätigkeit übertragen ist, hat ständig an Bedeutung gewonnen; nicht zumindest ist dies auf die lebhafte und stets verständnisvolle Mitwirkung des gegenwärtigen Kurators, Hrn. Lippart, als Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Beirats zurückzuführen.

Zu der in den letzten Jahren noch enger gewordenen Fühlung des Vereines deutscher Ingenieure mit führenden Wissenschaftlern aus Hochschul- und Fachschulkreisen ist neuerdings in wachsendem Maß eine Beteiligung von Fachmännern aus Industrie und Gewerbe an den Gemeinschaftsarbeiten hinzugekommen. Besonders sind es Gemeinschaftsarbeiten solcher Zweige der Ingenieurtätigkeit, die etwas abseits von den bislang bevorzugten Gebieten liegen. Der Wissenschaftliche Beirat hat seit langem die Notwendigkeit betont, auf den Randgebieten alles zu fördern, was früher oder später die Belange des Ingenieurs berührt. Daß diese Gemeinschaftsarbeit von andern Berufskreisen lebhaft beobachtet wird, zeigt sich darin, daß für die Unterstützung wissenschaftlicher Forschungstätigkeit nennenswerte Beträge beigesteuert wurden, z. B. für die Schweißtechnik und die Anstrichtechnik.

Die Durchführung der Versuche findet im allgemeinen in stiller Arbeit der Laboratorien statt; in den wissenschaftlichen Sitzungen der Ausschüsse berichten dann die Forscher über ihre Arbeitsergebnisse. Es hat sich die Gepflogenheit entwickelt, daß die Jahressitzungen der Ausschüsse für wissenschaftliche Grundlagen in der Zeit der Schulferien stattfinden, während die Jahressitzungen d technologischen Fachausschüsse mit der Hauptversam lung des Vereins deutscher Ingenieure verbunden w den. Im einzelnen ist über die Tätigkeit im Beric jahre zu bemerken:

Herkommengemäß fand die Jahressitzung des Au schusses für

Wärmeforschung

unter Leitung seines Obmanns Hrn. M. Jakob, Berli im Januar 1928, und zwar in Berlin statt. Die Fü des zu behandelnden Stoffes machte es notwendig, in vi Halbtags-Sitzungen zu verhandeln. Die Themen dies Halbtags-Sitzungen lauteten

1. Wärmestrahlung,
2. Wärmeübergang mit Zustandsänderung,
3. Wärmeübergang ohne Zustandsänderung,
4. Wärmekraft.

Der Umfang übertraf den der vorjährigen Sitzung München[1]); es wurden 21 Berichte erstattet. Die Veröffen lichung der in einer früheren Sitzung des Ausschuss (1926) erstatteten Berichte ist inzwischen erfolgt und ste ein stattliches Forschungsheft[2]) dar. Auf Anregung a dem Ausschuß waren in England und Amerika erschiener Bücher über Wärmedurchgang beschafft und unter die M glieder des Ausschusses verteilt worden. Es wurde a diesem Schrifttum das an wissenschaftlichen Fortschritte herausgeschält, was im deutschen Schrifttum noch nic enthalten ist. Man erhielt auf diese Weise eine Bilanz d Fachgebietes. In der Sitzung wurde u. a. über diese G meinschaftsarbeit zusammenfassend berichtet.

Es zeigt sich immer mehr, daß diese geschlossene Jahressitzungen sowohl von maßgebenden Führern ihre Wissenschaft als auch jüngeren Forschern gern besuch werden. Diesmal beteiligten sich etwa 60 Personen an de Tagung.

Der

Schwingungs-Ausschuß

(Obm. Hr. W. Hort, Charlottenburg), hielt seine Jahre sitzung in den Osterferien ab, und zwar 1927 in Brau schweig. Den Verhandlungen waren die Themen zu grundegelegt: Schwingungsfestigkeit und Raumakusti An den Vorträgen und insbesondere an der Aussprac beteiligten sich Ingenieure, Architekten und Physike Die von Herren der Braunschweiger Hochschule sorgfä tig vorbereitete Tagung gab Gelegenheit, die heute wic tigen Fragen der mechanischen Schwingungen in den be suchten Laboratorien und Industriestätten an der Han der neuesten Untersuchungsgeräte zu erörtern. Ein Son derdruck mit ausführlichen Auszügen der Vorträge wurd vom Schwingungsausschuß herausgegeben[3]) und noch in Berichtsjahr fast vollständig abgesetzt. Auch di vom Schwingungsausschuß behandelte literarische Arbe von Steuding über „Messungen mechanischer Schwingun gen" ist inzwischen erschienen[4]).

Der Schwingungsausschuß hat die im Jahre 1927 a der Technischen Hochschule Berlin erfolgte Gründung de „Heinrich Hertz-Instituts für Schwingungsforschung" leb haft begrüßt. Auf seine Anregung hin wurde dem Institu unter wesentlicher Förderung durch die deutsche Reichs bahn-Gesellschaft auch eine Abteilung für mechanisch Schwingungen angegliedert, zu deren Leitung der Obman des Schwingungsausschusses berufen wurde.

An den vom Ausschuß für Einheiten und Formelgröße angesetzten Beratungen über einheitliche Bezeichnungen i der Schalltechnik hat sich der Schwingungsausschuß leb haft beteiligt. Sein Entwurf wurde den Verhandlungen in Sonderausschuß des AEF zugrundegelegt.

Die Jahressitzung 1928 fand in den Osterferien i Darmstadt statt.

---

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 461, VDI-Nachrichten Nr. 3 von 19. Januar 1927.

[2]) Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 300, Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen Berlin 1928, VDI-Verlag.

[3]) Sonderdruck „Schwingungstagung", Geschäftsstelle des Vereine deutscher Ingenieure, Ingenieurhaus.

[4]) Vergl. H. Steuding, Messungen mechan. Schwingungen Berlin 1928, VDI-Verlag.

Im Anschluß an die im Herbst 1926 in Dresden abgehaltene geschlossene Tagung über reine und angewandte Getriebelehre (Obm. des Ausschusses Hr. Alt, Dresden) wurde in Aussicht genommen, die nächste Tagung mit einer wissenschaftlichen Gedenkfeier für Reuleaux und Burmester im Sommer 1928 ebenfalls in Dresden abzuhalten. Mit ihr soll eine geschlossene Tagung über Maschinenelemente verbunden werden.

Die erste geschlossene Tagung über

Maschinenelemente

hat im Juli 1927 in Erfurt stattgefunden (Obm. Hr. Heidebroek, Darmstadt). Dieser Tagung lag der Gedanke zu Grunde, einmal im engeren Kreise der Fachleute aus Wissenschaft und Industrie zu beraten, auf welche Weise die an den in der Praxis stehenden Konstrukteur herantretenden neuen Aufgaben der Gestaltung industrieller Erzeugnisse und Bauwerke bewältigt werden können. Die Anregung zur Förderung solcher Konstrukteuraufgaben durch Einzelforschung und Gemeinschaftsarbeit war dem Verein deutscher Ingenieure von verschiedenen Seiten zugegangen, da die bevorzugte Behandlung aller Aufgaben der Fertigung in den letzten Jahren die Bedeutung der Gestaltung etwas hatte zurücktreten lassen.

Die Tagung in Erfurt nahm einen sehr anregenden Verlauf; es wurde verhandelt über „Systematik der Maschinenelemente", über „Berechnung, Erfahrung und Gefühl beim Konstruieren" und über Fragen der „Weiterbildung in der Praxis stehender Konstrukteure"[5]). In Verfolg der Aussprache in Erfurt wurde von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im Frühjahr 1928, zunächst in Berlin, ein Sonderkursus mit seminaristischen Übungen für Konstrukteure abgehalten.

Schweißtechnik

Die Fülle der offenen Fragen in den wissenschaftlichen Grundlagen der Schweißtechnik gab im Berichtjahre Anlaß zu lebhafter Gemeinschaftsarbeit und vielseitiger Laboratoriumsforschung. Mit Erfolg wurde darauf hingearbeitet, die Fachleute aller Richtungen der neuzeitlichen Schweißtechnik zum gemeinsamen Gedankenaustausch zu bringen; die zwanglosen Mitteilungen des Fachausschusses für Schweißtechnik (Obm. Hr. Füchsel, Berlin) leisteten hierbei gute Dienste.

Mit Rücksicht auf die große Belastung der Hauptversammlung 1927 durch Fachtagungen und im Hinblick auf die Werkstofftagung im Herbst 1927 wurde eine besondere Fachtagung während der Hauptversammlung nicht abgehalten. Die Leitung der Verhandlungen in den Vorträgen über Schweißtechnik der Gruppe Stahl und Eisen während der Werkstofftagung lag in den Händen des Obmannes unseres Fachausschusses.

Es ergaben sich Berührungspunkte mit Nachbargebieten der Ingenieurwissenschaften, z. B. mit der Strahlungsphysik, der ärztlichen Wissenschaft, der Chemie und anderen. Besonders das Verkehrswesen war im Berichtjahr in steigendem Maß an der wissenschaftlichen Behandlung offener Fragen beteiligt. Es ist für die Förderung der Arbeiten sehr wertvoll, daß die Großverbraucher, z. B. die Reichsbahn, den Arbeiten des Ausschusses jede Unterstützung angedeihen lassen. Das gleiche gilt nicht minder von der erzeugenden Industrie, z. B. der Karbidvereinigung. Der Kreis der beteiligten Forscher ist im Berichtjahr erheblich gewachsen; vom Ausschuß konnten bisher rd. 40 Forschungsarbeiten vergeben werden.

In das Programm wurden aufgenommen:

A. Gerät für Gasschweißen und -schneiden.

Aufgabe 1: Aufstellung von Richtlinien für die Beurteilung des Gerätes bei Gasschmelzschweißung.

Aufgabe 2: Einfluß des Entwicklungsganges im Vergaser auf die Reinheit des Azetylens.

Aufgabe 3: Versuche mit Wasservorlagen, insbesondere Zentralwasservorlagen, zur Ermittlung der Sicherheit der Vorlage selbst im Fall eines Flammenrückschlages oder einer Explosion im Innern der Vorlage.

Aufgabe 4: Genaue Messung der Temperatur der Azetylen-Sauerstoff-Schweißflamme.

Aufgabe 5: Einfluß der Düsenanordnung auf die Güte und Wirtschaftlichkeit des Schneidens mit Sauerstoff.

Aufgabe 6: Untersuchungen an Schweiß- und Schneidbrennern, Mängelbeseitigung, Vermeidung von Flammenrückschlägen.

Aufgabe 7: Versuche mit Schneidbrennern, günstigste Dicke und Austrittgeschwindigkeit des Strahles, Sauerstoffdruck und Werkstückdicke.

B. Gerät für Elektroschweißen.

Aufgabe 8: Aufstellung von Richtlinien für die Beurteilung des Gerätes bei Elektroschweißung.

Aufgabe 9: Untersuchungen über Materialtransport und physikalische Eigenschaften des Schweißlichtbogens.

Aufgabe 10: Photographische Aufnahme des elektrischen Schweißlichtbogens mit dem Ziel, später Zeitlupenaufnahmen vorzunehmen.

C. Stoffe für Gasschweißen.

Aufgabe 11: Beziehungen zwischen dem Reinheitsgrade des Azetylens und des Sauerstoffes bei Verwendung in Schweiß- und Schneidbrennern und der Wirtschaftlichkeit und Güte der Schweißnaht oder des Schnittes.

Aufgabe 12: Einfluß des Druckunterschiedes von Azetylen und Sauerstoff im Brenner auf die Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißnaht.

Aufgabe 13: Untersuchung der Verunreinigung des Azetylens, deren Bindung und Unschädlichmachung, Verunreinigung inner- und außerhalb der Schweißflamme. Wassergehalt der Gase.

D. Stäbe und Stoffe für Elektroschweißen.

Aufgabe 14: Aufstellung von Richtlinien für die Beurteilung der blanken Schweißstäbe.

Aufgabe 15: Einfluß der chemischen Umhüllungen der Schweißstäbe auf Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißung.

Aufgabe 16: Einfluß der Umwicklungen der Schweißstäbe auf Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißung.

E. Verfahren.

Aufgabe 17: Welche Verwandlungen gehen mit dem Werkstoff des Arbeitstückes und der Elektroden durch den Lichtbogen vor sich?

Aufgabe 18: Aufstellung von Richtlinien für die Durchführung von Zerreiß- und Biegeversuchen an geschweißten Stücken und Kalkulationsunterlagen hinsichtlich Stoff, Energie und Zeit.

Aufgabe 19: Untersuchung der Verhältnisse von Strom und Spannung beim Schweißen mit Gleichstrom.

Aufgabe 20: Untersuchung über die Vor- und Nachteile bei Schweißung mit Wechselstrom und Gleichstrom.

Aufgabe 21: Untersuchung der möglichen Ersparnis an Löhnen, Gewicht und Profilsorten beim vollständigen Schweißen eines 200 t-Ölleichters.

Aufgabe 22: Entwicklung eines beweglichen Gerätes zur Untersuchung von Schweißungen mittels Röntgenstrahlen.

Aufgabe 23: Vergleichsversuche mit genieteten und geschweißten Trägern hinsichtlich Kosten an Lohn und Werkstoff.

Aufgabe 24: Untersuchung über rationelle Glühbehandlung verschleißfester Auftragschweißung.

Aufgabe 25: Untersuchungen über die Schweißbarkeit von Rohren und Blechen aus Chrom-Molybdän-Stahl.

Aufgabe 26: Untersuchungen über die Dauerfestigkeit von geschweißten Rohrkonstruktionen.

Aufgabe 27: Untersuchungen über die Auswirkung des Schweißens auf dynamische Beanspruchungen.

F. Facharbeiterausbildung.

Aufgabe 28: Aufstellung von Richtlinien für die einheitliche Durchführung von Schweißkursen.

Aufgabe 29: Unterstützung von Ausbildungskursen für Schweißlehrer und -ingenieure.

Aufgabe 30: Unterstützung von Ausbildungskursen für Schweißhandwerker und Arbeiter.

[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1200.

G. Bezeichnungen.

Aufgabe 31: Aufstellung einheitlicher Zeichen und Bezeichnungen in der Schweißtechnik.

H. Unfallangelegenheiten.

Aufgabe 32: Aufstellung und Führung einer Sonderstatistik über Unfälle beim Schweißen.

Aufgabe 33: Untersuchungen über das Verhalten der verschiedenen Glasarten gegen die schädlichen Wirkungen der Strahlung elektrischer Schweißlichtbogen.

Aufgabe 34: Erforschung des Spektrums des elektrischen Schweißlichtbogens in bezug auf Strahlungsart und Wirkung der einzelnen Strahlungsarten auf den Körper des Schweißers.

Aufgabe 35: Explosionssicheres Schmiermittel für Hähne an Brennern.

I. Schrifttum.

Aufgabe 36: Auswertung der Fachliteratur.

Aufgabe 37: Herausgabe zwangloser Mitteilungen und literarische Verbreitung von Arbeitsergebnissen.

In steigendem Maße nahmen sich auch die Bezirksvereine der Verbreitung schweißtechnischer Kenntnisse durch wissenschaftliche Beratungen an, insbesondere in Westdeutschland, an der Wasserkante und in Österreich.

Im Benehmen mit dem Verband für autogene Metallbearbeitung wurden Richtlinien für Ausbildungskurse in der Schweißtechnik aufgestellt, um die allenthalben eingerichteten Kurse, die dem dringenden Bedürfnis nach Ausbildung von Schweißern abhelfen, gleichartig zu gestalten.

Das Programm des Ausschusses für

Anstrichtechnik

(Obm. Hr. Ellerbeck, Berlin), ist ebenfalls außerordentlich gewachsen. Dank der tatkräftigen Unterstützung aus öffentlichen Mitteln und durch Erzeuger und Verbraucher von Anstrichstoffen, konnten bisher folgende wissenschaftliche Forschungsarbeiten vergeben werden:

Aufgabe a: Untersuchung der für Rostschutzfarben zweckmäßigsten Bindemittel.

Aufgabe b: Wechselwirkung zwischen Körperfarben und Bindemitteln und ihr Einfluß auf die Haltbarkeit der Anstriche bei a Zinkfarben, b Bleifarben, c Titanfarben, d Chromfarben, e Eisenfarben, f Glimmerfarben, g Lithoponefarben, bei diesen insbesondere mit dem Ziel, festzustellen, an welchen Stellen und unter welchen Bedingungen die Verwendung von Lithopone einen Vorteil bringt.

Aufgabe c: Untersuchungen über Verlängerung der Lebensdauer von Überzuglacken aus Holzöl. Verwendungsunterschiede von Leinöl und Holzöl und deren Mischungen als Farbenbindemittel.

Aufgabe d: Einfluß der Pigmente auf die technologischen Eigenschaften der Farbfilme aus Leinöl, Holzöl und deren Mischungen unter Berücksichtigung der Verdünnungsmittel.

Aufgabe e: Untersuchungen über die Haltbarkeit von Nitrolacken auf Edelhölzern im Freien.

Aufgabe f: Vergleich der Brauchbarkeit von Zellulose-Kombinationslacken mit den bisher gebräuchlichen Lacken.

Aufgabe g: Untersuchungen über das nebellose Spritzen von Ölfarben,
1. Wirkung des Farbenzerstäubers auf eine ebene Fläche,
2. hierbei notwendige hygienische Einrichtungen bei Verwendung von Bleifarben.

Aufgabe h: Untersuchung der Entrostung mittels Stahlsandes sowie der Möglichkeit, den benutzten Stahlkies zurückzugewinnen und aufzubereiten.

Aufgabe i: Welche Wege bieten Aussicht, eine Wetterbeständigkeit von Lithopone zu erreichen?

Aufgabe k: Ermittlung der Ursachen der Chromgelb-Lichtunechtheit.

Aufgabe l: Wie wirkt ein Zusatz von Kreide bei Buntfarben für Anstrichzwecke?

Aufgabe m: Wirkung eines Saugkörpers in der Spritzzone des Farbenzerstäubers. Prüfung der Strömungsverteilung qualitativ und quantitativ.

Aufgabe n: Messung der Luftmenge an der Saugseite d Ventilators. Ausbildung des Saugrüssels zu wiss schaftlichen Arbeiten. Messung der Leistung Saugventilator der Nebelabsauganlage. Prüfung d Wirkungsgrades bei festliegender Spritzpistole. U tersuchung der günstigsten Arbeitsweise einer Pins pistole.

Aufgabe o: Bestehen Unterschiede in der Haltbarkeit v Farben, die gestrichen, und solchen, die gespri werden, insbesondere bei Brücken und Fahrzeuge

Aufgabe p: Untersuchung der Möglichkeit, das Quellen v Leinölfilmen soweit herabzusetzen, daß sie den e sprechenden Holzölfilmen ebenbürtig werden.

Aufgabe q: Wie weit wirkt die oft schwer zu beseitigen Niederschlagfeuchtigkeit auf die Haltbarkeit d Grundanstriche ein und welche Anstrichstoffe si hiergegen besonders unempfindlich?

Aufgabe r: Kolloidchemische Untersuchungen der Vo gänge beim Trocknen von Ölfarben.

Während der Hauptversammlung 1927 hat der Fac ausschuß eine größere wissenschaftliche Tagung abgeha ten, zu der etwa 600 Personen erschienen waren. Es wur verhandelt über den Eisenschutz durch Anstrich, die I genieuraufgaben in der Anstrichtechnik, die Kurzprüfung für Anstriche.

Die lebhafte Beachtung dieser Fachtagung hat den Au schuß veranlaßt, auch durch Sprechabende in verschied nen Orten die Ingenieure, Chemiker, Hygieniker und Han werker zu gemeinsamer Besprechung wichtiger Frag zusammenzubringen. Der erste Sprechabend über Eise schutz durch Anstrich fand im Sommer 1927 gemeinsa mit dem Reichsausschuß für Metallschutz in Berlin sta In der Aussprache wurden bemerkenswerte Anregung für den Fachausschuß gegeben und die Fühlungnahme d beteiligten Kreise miteinander gefördert. Dem zweit Sprechabend Ende des Jahres in Hamburg lag das Them zugrunde: Die Bedeutung des Anstrichwesens für d Schiffbau. Dank der lebhaften Vorarbeiten durch d Hamburger Bezirksverein deutscher Ingenieure und d Bund zur Förderung der Farbe im Stadtbild, war der B such außerordentlich zahlreich. Die sehr anregende Au sprache gab Gelegenheit, beabsichtigte Forschungen frühere Arbeiten anzuknüpfen. Anfang 1928 wurde weitere Sprechabende des Fachausschusses in Ve bindung mit örtlichen Vereinen abgehalten in Leipzi und in Köln, die ebenfalls den beabsichtigten Zweck vo erreichen ließen. Diese Sprechabende sollen später Gel genheit geben, die Ergebnisse der vom Fachausschuß gefö derten Forschungen den beteiligten Kreisen unmittelba näher zu bringen.

Die Fachpresse für Anstrichwesen, die bislang de wissenschaftlichen Arbeiten des Vereines deutscher Inge nieure naturgemäß weniger Beachtung schenkte, verfol die Arbeiten des Fachausschusses für Anstrichtechni mit lebhaftem Interesse.

Weitere Ausschüsse des Wissenschaftlichen Beirates.

Der Ausschuß für Funktionentafel unter Hrn. v. Mises, Berlin, hat den ersten Te seiner Arbeiten abgeschlossen und veröffentlicht[6]) Der Bericht enthält genaue Angaben über alle bisher ve öffentlichten Zahlentafeln über die Besselschen Funk tionen, über elliptische Funktionen und Kugelfunktione mit Hinweisen auf die Quellen, bei denen die Tafeln z finden sind, den Umfang, die Genauigkeit und Zuve lässigkeit der Tafeln.

Der Ausschuß für Hydraulik konnte die ei heitlichen Bezeichnungen in der allgemeinen Hydraulik a schließen. Der Deutsche Normenausschuß hat diese Zusam menstellung nach ordnungsmäßiger Behandlung in seine Organen in das Normen-Sammelwerk aufgenommen. De beim V. d. I. in Verbindung mit dem Deutschen Wasse wirtschafts- und Wasserkraft-Verband bestehende Aus schuß für Regeln zu Leistungsversuchen an Wasse kraftmaschinen hat sich im Berichtjahre zum „Deut

[6]) „Verzeichnis berechneter Funktionen-Tafeln", herausgegebe vom Institut für angewandte Mathematik, VDI-Verlag, Berlin 1927.

schen Hydraulikausschuß“ erweitert (vergl. S. 18). Dieser Deutsche Hydraulikausschuß faßt in seinem Rahmen auch die bisher vom Hydraulikausschuß unsers Vereins behandelten wissenschaftlichen Angelegenheiten. Es schien daher ratsam, den kleinen Ausschuß des Vereins in den neuen Deutschen Hydraulikausschuß aufgehen zu lassen.

Die zwanglose Arbeitsgemeinschaft für Dehnungsmessungen hat im Berichtjahre keine besonderen Sitzungen abgehalten. Die Forschungsarbeiten der Mitglieder wurden weitergeführt, über die bisherigen Ergebnisse wurde von den beteiligten Forschern während der Jahresversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft im Herbst 1927 berichtet.

Die

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

erscheinen nunmehr im siebenundzwanzigsten Jahre; bisher wurden mehr als 300 Hefte herausgebracht. Die Hefte enthalten vorwiegend Berichte über wichtige Versuchsreihen, die zum Teil auf Anregung und mit Unterstützung des Wissenschaftlichen Beirates ausgeführt wurden. In wachsender Zahl berühren daher die Arbeiten jene Gebiete der Wissenschaft, für deren Beobachtung beim Wissenschaftlichen Beirat besondere Ausschüsse bestehen. Es sind dies z. B. die Wärmeforschung, die mechanischen Schwingungen, die Maschinenelemente, die Strömungsforschung u. a. In den Jahren nach der Geldentwertung war aus den Kreisen der Wissenschaft wiederholt der lebhafte Wunsch geäußert worden, den Verkaufspreis solcher wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Kaufkraft der in Frage kommenden Kreise anzupassen. Die Bemühungen des Verlages um Senkung der Herstellungskosten führten im Einvernehmen mit zahlreichen führenden Wissenschaftlern zu der Aufstellung von Leitsätzen für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen. Durch diese Leitsätze soll erreicht werden, daß die Verfasser in bestgeeigneter Form nur das bringen, was wirklich wertvoll ist, und daß durch entsprechende Abfassung der Handschrift und der zeichnerischen Darstellungen die redaktionelle Bearbeitung der Forschungshefte auf ein möglichst geringes Maß herabgesetzt werden kann. Die Leitsätze sind auf Anregung des Vereines deutscher Ingenieure vom Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine herausgegeben und werden von allen dem Verband angeschlossenen Vereinen verwendet.

Im Berichtjahre wurden folgende 11 Hefte herausgebracht:

Heft 288. S. Erk: „Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen von Viskosimetern“.

Heft 291. S. Kießkalt: „Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik.“

Heft 292. P. Rönne: „Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes.“

Heft 293. Gustav Berling und Willy Rößler: „Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium-Seile.“

Heft 294. L. Traeger: „Anlaßvorgänge in abgeschreckten Kohlenstoffstählen.“

Heft 295. Festgabe an Carl von Bach zum achtzigsten Geburtstag: Beiträge von ehemaligen Schülern v. Bachs über Forschungsarbeiten aus ihren Fachgebieten.

Heft 296. Imm. Class: „Der Kugelschlaghärteprüfer.“

Heft 297. S. Kreuzer: „Statische und dynamische Untersuchung von Mündungs-Dampfmengenmessern.“

Heft 298. W. Pflaum: „Beitrag zur Mengenmessung strömenden Dampfes mittels Stauringen.“

Heft 299. R. Hartner-Seberich: „Der Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen.“

Heft 300. „Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen.“ Vorträge der II. Wärmetagung.

Heft 301. K. Regner: „Temperaturfeld und Wärmespannungen in mechanisch abgetrennten Scheiben.“

Dampfkesselwesen

Der Deutsche Dampfkesselausschuß (Vors. Hr. Neuhaus, Berlin) beschloß 1927 mehrere Ergänzungen der neuen Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel, die z. T. am 1. Januar 1928 in Kraft getreten sind. Auch die „Erläuterungen“ wurden erweitert. Die letztmalig 1922 überarbeiteten Werkstoff- und Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel erfuhren 1927 ebenfalls eine völlige Neufassung; sie treten am 1. Januar 1929 bindend in Kraft. Die Vorschriften sind für beide Kesselarten im Januar 1928 in handlicher Taschenform vom Beuth-Verlag neu herausgegeben.

Der Ausschuß für Dampfkesselwesen im Verein deutscher Ingenieure (Vors. Hr. Eberle, Darmstadt) bearbeitete in seinen Unterausschüssen folgende Gebiete:

Dampfkesselfeuerungen (Obmann Hr. Schulte, Essen): auf Grund einer Erfahrungsaussprache mit Vertretern des Feuerungsverbandes wurden Programme für Versuche an Braunkohlen- und Steinkohlenfeuerungen aufgestellt, die in den bisherigen Forschungen bestehende Lücken schließen und über Fragen Aufschluß geben sollen, die für die Fortentwicklung der Feuerungen, insbesondere der Rostfeuerung, von Wichtigkeit sind.

Speisewasser: Als zweite Mitteilung des Speisewasserausschusses des Vereines (Obmann Hr. Eberle) erschien in Z. d. V. d. I. Bd. 71 (1927) Nr. 47 ein Bericht von Berl und Staudinger „Über die Entkieselung von kieselsäurehaltigen Wässern“, der auf Grund eingehender Versuche Hinweise gibt, wie der im Dampfkesselbetrieb schädliche Kieselsäuregehalt der Speisewässer beseitigt werden kann. Die bereits im Vorjahr im wesentlichen abgeschlossenen Sonderuntersuchungen über den Einfluß kaliendlaugenhaltiger Speisewässer auf Kesselwerkstoffe und -betrieb bedürfen noch der Ergänzung zu Vergleichszwecken durch gleichartige Untersuchungen an Hochdruckanlagen mit normalen Speisewässern. Die Gesamtversuche werden 1928 abgeschlossen werden.

Vorwärmer (Obmann Hr. O. Bauer, Berlin): Die geplanten Richtlinien für die Wahl der Werkstoffe und den Bau von Rauchgas-Speisewasservorwärmern wurden abgeschlossen und den Regierungen zur Kenntnis gebracht. Vorschläge für Genehmigungs- und Überwachungsverfahren und die einheitlichen Vordrucke hierfür übernahm der Allgemeine Verband der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine auszuarbeiten und dem Unterausschuß vorzulegen, ebenso auch einen Entwurf zu Betriebsvorschriften für Rauchgasvorwärmer als Anhang zu den von dem gleichen Verbande bearbeiteten Betriebsvorschriften für Dampfkesselwärter.

Betriebsvorschriften für Dampfkesselwärter (Obmann Hr. Rüster, München): Die gesamten von den beteiligten Kreisen, auch den Bezirksvereinen eingesandten Vorschläge wurden dem Allgemeinen Verband der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine übermittelt, der es in gemeinsamem Auftrag der Verbände der Überwacher, Hersteller und Besitzer von Kesseln sowie des Vereines deutscher Ingenieure übernommen hat, einen endgültigen Vorschlag dieser Körperschaften auszuarbeiten.

Dampfkesselwesen an Technischen Hochschulen (Obmann Hr. Döhne, Chemnitz): Die Richtlinien für die Ausbildung von Ingenieuren im Dampfkesselwesen wurden abgeschlossen und zur Verbreitung dem Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen übergeben. Die Ausarbeitung von Wandtafeln durch den Ausschuß für technisches Schulwesen wurde vom Unterausschuß und den darin vertretenen Körperschaften durch Mitarbeit und Geldmittel nachhaltig unterstützt und gefördert. Den Lehrstühlen für Dampfkesselwesen an den Technischen Hochschulen konnte weitere von der Vereinigung der Großkesselbesitzer dafür freigegebene Berichte über Kesselschäden und Versuchsergebnisse an Kesselbaustoffen übermittelt werden.

Indikatorenausschuß (Obmann Hr. Bach, Stuttgart): Der Ausschuß nahm Stellung zu einer Anfrage

der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt betr. die von dieser neu herauszugebenden Prüfbestimmungen für Indikatoren und übermittelte ihr Vorschläge für deren Fassung.

Regeln für Leistungs- und Abnahmeversuche

Die seit Erscheinen der bereits bestehenden Regeln für Leistungsversuche gewonnenen Erfahrungen, neuere Versuchsergebnisse und das hervorgetretene Bedürfnis für Aufstellung solcher Einheitsgrundlagen auf neuen Gebieten bewirkten im Berichtjahre eine verstärkte Tätigkeit in diesem Zweige der Vereinsarbeit, um so mehr, als die im Rahmen der Weltkraftkonferenz eingeleiteten Bestrebungen zur internationalen Vereinheitlichung von Prüfnormen für Kraftmaschinen unserem Verein bestimmte Aufgaben zuwiesen. Die Absicht, die in den Regeln enthaltenen Abschnitte über Meßverfahren und -geräte aus den einzelnen Regelheften herauszulösen und nach amerikanischem Vorbild zu einem besonderen Heft zu vereinigen, konnte noch nicht verwirklicht werden; an dem bisherigen Inhalt der Regeln wurde daher festgehalten, aber dahin gestrebt, ihnen einen möglichst gleichmäßigen Aufbau zu geben. Im einzelnen wurde auf folgenden Gebieten gearbeitet:

Ventilatoren und Kompressoren (Obmann Hr. Stach, Bochum): Die Neuausgabe 1926 hat sich bewährt; bei Neubearbeitung wird auf die Ergebnisse neuerer Versuche mit großen Staurändern Rücksicht zu nehmen sein. Der Anhang über Gruben- und Luttenventilatoren ist noch nicht abgeschlossen.

Dampfanlagen (Obmann Hr. Doerfel, Prag): Eine Neubearbeitung der für eine Probezeit herausgegebenen Regeln wird vorbereitet; bei den Beratungen wird auch die Heizwertfrage erneut zu behandeln sein, da beantragt ist, auf den unteren Heizwert als den für praktische Wirtschaftlichkeitsrechnungen maßgebenden zurückzugehen. Für die geplanten Anhänge werden neuere Brennstoffuntersuchungen und vom Reichskohlenrat und anderen Stellen ausgearbeitete Richtlinien für Entnahme von Brennstoffproben verwertet.

Kaminkühler (Obmann Hr. Hübscher, Dortmund): Die Erweiterung der bisherigen „Richtlinien" zu „Regeln" wurde in Angriff genommen, da sich die Richtlinien im allgemeinen bewährt haben. Neu eingefügt wird ein Abschnitt über Wassermengenmessungen, für den im wesentlichen der betreffende Abschnitt der neu aufgestellten Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen als Vorbild dienen wird.

Verbrennungsmotoren (Obmann Hr. Nägel, Dresden): Die Arbeiten zur völligen Umgestaltung der Regeln von 1906 wurden weitergeführt, Entwürfe für mehrere Abschnitte aufgestellt; die Bearbeitung sämtlicher Abschnitte ist gesichert, nachdem durch die Aussprache in der einschlägigen Fachsitzung der Hauptversammlung 1927 geklärt worden war, daß die Regeln auf praktische Abnahmeversuche zugeschnitten werden sollen, ohne Rücksicht auf den Wirkungsgrad, bezogen auf den thermischen Kreisprozeß. Der Abschluß des vollständigen Entwurfes darf im Jahr 1928 erwartet werden.

Kreiselpumpen (Obmann Hr. Pfleiderer, Braunschweig): Im Berichtjahre konnte der Abschluß der Regeln einschließlich des Anhanges mit Zahlentafeln und Rechnungsbeispielen für verschiedene Pumpenarten erreicht werden, so daß sie Anfang 1928 im Druck erschienen sind.

Wasserkraftmaschinen (Obmann Hr. Galland, Berlin): Eine Neubearbeitung der 1926 erschienenen Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen erwies sich aus zwei Gründen als wünschenswert: Die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in maschinen- und meßtechnischer Hinsicht, besonders auch die Vervollkommnung der bisher gebräuchlichen und die Ausbildung neuer Verfahren zur Messung von Wassermengen, schließlich die Ergebnisse neuerer umfangreicher Meßversuche müssen bei der Fortentwicklung der Regeln berücksichtigt werden. Ferner bot die von der Weltkraftkonferenz der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zur Durchführung übertragene Aufgabe [illegible] Aufstellung international einheitlicher Grundsätze f[illegible] Abnahmeversuche an Wasserturbinen einen Rahm[illegible] in den auch die deutschen Regeln einzufügen sin[illegible]. Da sich außer diesen Vereinheitlichungsarbeiten a[illegible] dem Programm der Weltkraftkonferenz eine Rei[illegible] weiterer Aufgaben auf dem Gebiete der Wasserkra[illegible] nutzung und Wasserwirtschaft ergibt (Methoden z[illegible] Schätzung der Rohwasserkräfte u. a.), wurde der seit[illegible] beim V. d. I. bestehende, gemeinsam mit dem Deutsch[illegible] Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbande gebilde[illegible] Ausschuß erweitert durch Hinzuziehung von Vertrete[illegible] der in Frage kommenden Behörden des Reiches und d[illegible] hauptsächlich wasserwirtschaftlich interessierten Länd[illegible] des Reiches, der Turbinenhersteller, der Wasserbau-Lab[illegible] ratorien und der Technischen Hochschulen sowie ein[illegible] Anzahl weiterer namhafter Sachverständiger des In- u[illegible] Auslandes. Der Ausschuß nahm den Namen „Deutsch[illegible] Hydraulikausschuß (Wasserkraftwesen)" an. Die Ne[illegible] bearbeitung der deutschen Regeln für Abnahmeversuc[illegible] an Wasserkraftmaschinen ist begonnen, ferner hat si[illegible] der Ausschuß mit den bereits bestehenden internationale[illegible] Regeln für Wasserturbinen als Mantelbestimmungen ei[illegible] verstanden erklärt und das deutsche nationale Komit[illegible] der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, m[illegible] dessen Einverständnis der Ausschuß diese internationale[illegible] Aufgaben deutscherseits behandelt, hiervon zur Mitteilun[illegible] an die IEC verständigt.

Dampfturbinen (Obmann Hr. Josse, Berlin[illegible] Die Internationale Elektrotechnische Kommission hat auc[illegible] für Dampfturbinen die Arbeiten für die Aufstellung inte[illegible] national vereinheitlichter Grundsätze für die Abnahm[illegible] prüfung übernommen und mit ihrer Durchführung d[illegible] nationalen Komitees betraut. Im Auftrag des Deutsche[illegible] Nationalen Komitees wurde für diese Arbeiten beim Ve[illegible] ein deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Verban[illegible] der Dampfturbinenhersteller und der Vereinigung d[illegible] Elektrizitätswerke ein in seiner Zusammensetzung de[illegible] Deutschen Hydraulikausschuß ähnlicher Ausschuß gebi[illegible] det, der den Namen „Deutscher Dampfturbinen-Ausschuß[illegible] erhielt. Seine Vorschläge für die internationale Verei[illegible] heitlichung von Abnahmevorschriften an Dampfturbine[illegible] sollen gleichzeitig als Vorschläge für den Unterabschni[illegible] „Dampfturbinen" der deutschen Regeln für Abnahmeve[illegible] suche an Dampfanlagen gelten, wodurch ohne weiteres d[illegible] Angleichung der deutschen Regeln an die internationale[illegible] Vereinbarungen erreicht werden kann.

Kältemaschinen und -Anlagen: D[illegible] deutsche Kälteverein ist zur Zeit mit einer Neufassun[illegible] der seit 1922 als Din 1951 bestehenden Regeln für Le[illegible] stungsversuche an Kältemaschinen und -Anlagen b[illegible] schäftigt. Der Entwurf wird auch dem Verein deutsche[illegible] Ingenieure zur Mitprüfung zugehen.

Kohlenstaubmühlen: Regeln für Leistung[illegible] versuche an Kohlenstaub-Mahlanlagen sind zur Zeit [illegible] einem Sonderausschuß des Reichskohlenrates in Au[illegible] stellung begriffen. Der Verein deutscher Ingenieure wurd[illegible] um Mitarbeit gebeten; es ist geplant, diese Regeln gemei[illegible] sam herauszugeben.

Deutscher Aufzugsausschuß: Der vo[illegible] Reichsarbeitsministerium mit Beschlußbefugnis ei[illegible] gesetzte Ausschuß bearbeitet die gesetzlichen Anlag[illegible] und Prüfvorschriften für Aufzüge. Der Verein ist a[illegible] den Arbeiten beteiligt.

Versuche mit Leichtmetallen: Auf Ve[illegible] anlassung des V. d. I. hat die Deutsche Gesel[illegible] schaft für Metallkunde Versuche eingeleitet, um d[illegible] Eignung der technisch wichtigen Leichtmetalle für d[illegible] Herstellung von Druckgefäßen für verdichtete und ve[illegible] flüssigte Gase zu prüfen, da die Verwendung solche[illegible] Metalle aus Gründen der Gewichtersparnis besonde[illegible] für Rettungs- und Atemgeräte (Bergbau, Seerettun[illegible] Luftfahrt) von Bedeutung sein kann. Ein endgültiges E[illegible] gebnis der Versuche liegt noch nicht vor.

Wärme- und Kälteschutzstoffe (Obman[illegible] Hr. K. Hencky, Köln-Leverkusen): Für die Aufstellun[illegible] von Regeln zur Abnahme und Bemessung von Wärm[illegible] und Kälteschutzstoffen wurde gegen Ende des Jahres 19[illegible]

ein Ausschuß ins Leben gerufen, der neben den technischen Grundlagen auch die Frage der wirtschaftlichsten Isolierdicke für einen allgemeinen Fall behandeln soll. Ein Unterabschnitt wird die Abnahmeverfahren mit besonderer Berücksichtigung der im Betrieb durchführbaren Prüfungen untersuchen und so sowohl dem Abnehmer wie auch dem Hersteller wertvolle Hinweise bringen. Die Arbeiten sind eingeleitet und sollen bis Mitte 1928 im Entwurf vorliegen.

Kostenwesen

Zur Fortführung der früheren Arbeiten des V. d. I. auf dem Gebiete des industriellen Rechnungswesens, aus denen u. a. im Jahre 1920 der „Grundplan der Selbstkostenberechnung" hervorgegangen ist, wurde im Frühjahr 1927 ein Ausschuß für Kostenwesen eingesetzt.

In den Zeitschriften des V. d. I. wurde das industrielle Kostenwesen wiederholt behandelt, insbesondere in zwei Fachbeilagen der VDI-Nachrichten (1927 Nr. 31 und 50) und in dem Fachheft „Industrielles Rechnungswesen" (Heft 10) von „Technik und Wirtschaft" 1927. Sonderdrucke dieser Veröffentlichungen wurden den Technischen Hochschulen und Höheren Maschinenbauschulen übersandt, wo sie vielfach als Lehrmittel dankbar begrüßt wurden. Innerhalb des Ausschusses wurden an größeren Arbeiten in Angriff genommen: eine Sammlung von Merkblättern über grundlegende Begriffe und neuzeitliche Formen des Rechnungswesens, die zugleich als erweiterte Fassung des „Grundplans der Selbstkostenberechnung" erscheinen soll, sowie ein Lehrgang der Betriebs- und Erfolgsrechnung, der — als Beispiel zu den Merkblättern — an unmittelbarem praktischen Übungsstoffe zeigen wird, wie aus Belegen, Betriebsaufschreibungen usw. die Kostenverrechnung zum Wirtschaftlichkeits- und Erfolgsbilde des Unternehmens führt.

Weiterhin ist in Gemeinschaft mit der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure und dem Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten die ständige Einrichtung von „Betriebswirtschaftlichen Sprechtagen" geplant, die der Erörterung neuerer Fragen des Rechnungswesens dienen sollen, sowie die Schaffung von einschlägigen Lehrmitteln, Lichtbildern und Ähnlichem im Zusammenwirken mit dem Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen und der Technisch-wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale.

Von den Mitgliedern des Ausschusses wurde eine größere Zahl von Vorträgen in den Bezirksvereinen und Ortsgruppen gehalten, und es kann festgestellt werden, daß dem Rechnungswesen innerhalb des Vereines mehr und mehr Anteilnahme entgegengebracht wird. Der Ausschuß arbeitet in engem Zusammenschluß mit der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure und dem Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten; die Arbeiten wurden in selbstloser Weise durch eine größere Zahl maßgebender Fachleute der industriellen Praxis unterstützt.

Als Hilfsmittel für die laufenden Arbeiten und für Auskunfterteilung wurde eine Kartei des einschlägigen Schrifttums eingerichtet, daneben wurde die Ergänzung der Bücherei im Ingenieurhause durch Beschaffung zahlreicher Schriften über Betriebswirtschaftslehre und Rechnungswesen gefördert. Der Ausschuß nahm Fühlung mit in- und ausländischen Körperschaften und Fachleuten für industrielles Rechnungswesen und bahnte einen Austausch von Erfahrungen, Veröffentlichungen usw. an. Im Zusammenhang hiermit stehen die Arbeiten des Vereines auf dem Gebiete der Bureauorganisation und Bureautechnik. Die Fragen der Auswertung des technischen Schrifttums und eines Nachweisdienstes für technisches Schrifttum werden im Ausschuß für technisches Schrifttum beim Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine behandelt, an dessen Arbeiten der Verein deutscher Ingenieure beteiligt ist.

Erhöhte Bedeutung gewinnt in der Auswirkung der Rationalisierung für den Ingenieur die Vertriebstechnik, der eine besondere Fachsitzung und Ausstellung im Rahmen der Hauptversammlung 1928 gewidmet wird.

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure

Während der Berichtzeit hat sich die Anzahl der Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB) (Vors. Hr. Köttgen, Berlin) durch Neugründungen in Dortmund, Gelsenkirchen und Schweinfurt auf 38 erhöht. In den meisten Ortsgruppen herrscht reges Leben. Erhöhter Wert wird neben der Abhaltung von Vortragsabenden auf die Einrichtung sogenannter bunter Abende gelegt, bei denen die einzelnen Mitarbeiter Fragen aus der Praxis zur Behandlung vorlegen. Einen erfreulichen Aufschwung nimmt ferner die Einrichtung von betriebstechnischen Kursen, an denen außer Betriebsingenieuren auch Meister und Vorarbeiter teilnehmen.

In der letzten Zeit wurden vor allem folgende Einzelaufgaben bearbeitet:

1. Fertigstellung der ersten 40 ADB-Blätter über Untersuchungen an Werkzeugmaschinen, bearbeitet von Hrn. E. Toussaint.
2. Stellungnahme zu den Maschinenkarten des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung (AWF). Auf Anregungen der Praxis hat der Ausschuß für Maschinenarbeit beschlossen, in Zukunft neben den Maschinenkarten mit Nomogrammen Maschinenkarten in Tabellenform herauszugeben.
3. Herausgabe von Band 5 der ADB-Schriftenreihe „Schlosserei und Montage-Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten", bearbeitet von Hrn. Gottwein.
4. Herausgabe von Band 6 der ADB-Schriftenreihe „Was muß der Maschineningenieur vom Gießereiwesen wissen", der im Frühsommer 1928 erscheint.
5. Die Auswertung der vorjährigen Vortragsreihe „Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung" hat zur Herausgabe von Konstruktionsregeln geführt. Als erster Teil liegt eine Sammlung von 35 Lichtbildunterlagen mit Textteil für das Gebiet Gießereiwesen vor. Die Arbeiten werden in Gemeinschaft mit der Technisch-wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale fortgesetzt und erscheinen unter dem Namen „Werkstattgerechtes Konstruieren".
6. Die Sammlung von Erfahrungswerten und Rechnungsgrundlagen zur Stückzeitbestimmung für die Gebiete Stanzerei, Feinmechanik, Schmieden, Schleifen und Holzbearbeitung wird fortgesetzt. Hierbei arbeitet eine Reihe von Ortsgruppen außerordentlich rege mit.

Zur Zeit liegt bei der Arbeitsgemeinschaft die Schriftführung für folgende Ausschüsse:

1. Ausschuß für Schmieden (Stellvertr. Obmann Hr. Seidler, Berlin).

Der Ausschuß wurde vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) am 19. Januar 1927 übernommen. Er beschäftigte sich mit der Aufstellung von Konstruktionsregeln. Außer einer Arbeitsgruppe in Berlin arbeiten an den Aufgaben die Ortsgruppe Hagen i. W. und der dort ansässige Schmiedebund.

2. Ausschuß für Maschinenarbeit (Obmann Hr. Kronenberg, Berlin).

Der Ausschuß wurde vom AWF im Sommer 1927 übernommen, nachdem die Überarbeitung der AWF-Richtwerte für Drehen zu Ende geführt worden war. Inzwischen sind die neuen AWF-Blätter 100 bis 111 erschienen. Zur Zeit werden Vorarbeiten geleistet für die Aufstellung ähnlicher Richtwerte für Fräsen. Daneben beschäftigt sich der Ausschuß mit der Kritik der AWF-Maschinenkarten und mit dem Aufstellen von Zahlentafeln für die gleichen Zwecke.

3. Ausschuß für spangebende Formung (Obmann Hr. J. Reindl, Berlin).

Zur Erledigung von Sonderaufgaben waren den Herren Schlesinger und Gottwein Mittel überwiesen worden. Die Ergebnisse der Schlesingerschen Arbeit liegen vor, eine Veröffentlichung über die Gottweinschen Untersuchungen wird demnächst erfolgen.

4. Fachausschuß für Werkstoffe (Obmann Hr. Kühnel, Berlin).

Der anläßlich der Werkstofftagung gebildete Beirat der Verbraucher wird in einen Fachausschuß für Werkstoffe übergeführt werden. Dieser Ausschuß soll:

1. die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung auf dem Gebiete der Werkstoffherstellung und -verarbeitung, der Prüf- und Meßverfahren verfolgen,
2. die Kenntnis vom Werkstoff innerhalb des Vereines deutscher Ingenieure durch Ausarbeiten geeigneter Unterlagen fördern,
3. auf dem Gebiet der Eisenmetalle den von der Arbeitsgemeinschaft der eisenverarbeitenden Industrie gebildeten Ausschüssen als technischer Berater dienen.

Sonstige Veranstaltungen.

Von besonderen Veranstaltungen im abgelaufenen Jahr sind folgende zu erwähnen:

1. Betriebstechnische Tagung anläßlich der Leipziger Frühjahrsmesse vom 10. bis 12. März 1927 mit den drei Vortragsreihen Schleifen, Schmieren und Kühlen, Beleuchtung.
2. Obmännerversammlung in Mannheim am 28. Mai 1927.
3. Fachsitzung Betriebstechnik während der Hauptversammlung Mannheim am 30. Mai 1927 mit einer Vortragsreihe Holzbearbeitung, umfasend die Vorträge über Holz als Werkstoff, Arbeitsvorbereitung und Betriebsmittel in der Holzbearbeitung sowie Massenherstellung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerkstätten.
4. Sitzung des Hauptausschusses in Berlin am 12. Oktober.
5. Mit dem Ausschuß „Einführung der Normen in die Praxis" wurden die Tagungen in Breslau, Hamburg und München von den betreffenden Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft vorbereitet und durchgeführt.

Konstrukteurkurse.

Auf vielfache Anregungen, die besonders im Anschluß an die vorjährige Berliner Vortragsreihe „Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung" aus Kreisen der Mitarbeiter laut wurden, sind in der Zeit vom 22. März bis 25. April 1928 erstmalig in Berlin Konstrukteurkurse veranstaltet worden, bei denen vor allen Dingen darauf Wert gelegt wurde, daß der Konstrukteur nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu entwerfen lernt. Konnte früher der junge Ingenieur die für ihn notwendigen Erfahrungen zum Durcharbeiten eines Entwurfes selbst sammeln, so ist heute nur wenigen eine derartige Entwicklungsmöglichkeit geboten. Die Kurse sollten dem in der Praxis stehenden Konstrukteur die Möglichkeit geben, auch die konstruktive Entwicklung anderer Gebiete zu studieren und ihm so jene Beweglichkeit und Sicherheit verleihen, die für ein erfolgreiches Arbeiten Voraussetzung ist. Die Oberleitung dieser Kurse hat Hr. C. Volk, Berlin.

Das Programm des Berliner Kurses umfaßte folgende Vorträge und Übungen:

1. Festigkeitsrechnungen an Maschinenteilen, insbesondere an Schubstangen, Prof. Dr.-Ing. Rötscher;
2. Die Grundlagen der Gestaltungslehre und ihre Anwendung auf die Bauformen und Bauteile der Schubstangen, Oberstud.-Dir. C. Volk;
3. Einführung in die seminaristischen Übungen, Dipl.-Ing. Erkens;
4. Zusammenhang zwischen Konstruktion, Werkstoff und Herstellung unter besonderer Berücksichtigung der Schubstangen, Obering. Salingré;
5. Seminaristische Übungen, Dipl.-Ing. Erkens.

Verlustquellen in der Industrie.

In Weiterführung des im vorigen Jahre begonnenen Kampfes gegen die Verlustquellen veranstaltete die Ortsgruppe Berlin im Winter 1927/28 eine Vortragsreihe „Verlustquellen in der Industrie", in der in neun Vorträgen aus den verschiedenen Fertigungsgebieten die Stellen, an denen Verluste entstehen können, klargelegt wurden unter Angabe der Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung.

Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft

Die Arbeitsgemeinschaft „Technik in der Landwi[rt]schaft" (ATL) (Vors. Hr. Ruths, Berlin) kann am En[de] des Jahres 1927 auf eine weitere erfreuliche Entwicklu[ng] zurückblicken. Es ist ihr in steigendem Maße gelungen, Mi[t]telpunkt der Bestrebungen für die Verbindung zwisch[en] Landwirtschaft und Technik, zwischen Wissenschaft u[nd] Praxis zu werden, aber auch das Verständnis weit[er] städtischer Kreise für die ausschlaggebende Wichtigke[it] einer starken, zeitgemäß betriebenen Landwirtschaft zu[m] Wiederaufbau Deutschlands zu fördern. Hier können nu[r] einige wenige Stichproben aus dem Arbeitsgebiete de[r] Arbeitsgemeinschaft gegeben werden. Ihr Wirken läß[t] sich in Zahlen nicht ausdrücken; die Spuren ihrer erfol[g]reichen Tätigkeit offenbaren sich häufig nur dem Ei[n]geweihten, in Beschlüssen der Verbände, der Behörden un[d] Parlamente usw.

Vom Reichsernährungsministerium erhielt die Ar[]beitsgemeinschaft Mittel zu planmäßiger Arbeit. Si[e] konnte bei ihren Ortsgruppen, z. B. in Ostpreußen, Schleswig-Holstein, Sachsen, Bayern und der Rheinprovinz landwirtschaftlich-technische Fortbildungskurs[e] für Landwirtschaftslehrer, Gutsbeamte, Handwerke[r] usw. veranstalten.

Der Reichsausschuß für Technik und Landwirtschaf[t] (jetzt Reichskuratorium für Technik in der Landwirt[]schaft) gab der Arbeitsgemeinschaft Mittel für For[]schungsarbeiten über die Eignung verschiedene[r] Bindegarnsorten, s. Techn. i. d. Landwirtschaft Bd. [8] (1927) Heft 9 und 10 und ATL-Schrift 6, desgleichen fü[r] eine Versuchsreihe über den Wert der Untergrundkultu[r] für norddeutsche Verhältnisse; sie wird von de[r] holsteinischen Ortsgruppe mit der dortigen Landwirt[]schaftskammer in mehreren Jahren durchgeführt. Di[e] begonnene Werkstoffuntersuchung wurde a[n] das Landmaschinentechnische Institut der Landwirtschaft[]lichen Hochschule Berlin zur Bearbeitung abgetreten.

Beihilfen des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkei[t] ermöglichten der Arbeitsgemeinschaft einen planmäßige[n] Ausbau des Lehrmitteldienstes. Zahlreiche Be[]triebsblätter, Lehrbildtafeln und Licht[]bilder wurden neu herausgebracht und hauptsächlich a[n] landwirtschaftliche Schulen abgegeben. Neu in Angriff ge[]nommen wurde die seit Jahren vorbereitete Sammlung vo[n] Landmaschinenelementen. Von einigen Gruppen (Hack[]maschinen, Erntemaschinen, motorischen Anhängegeräten) liegen bereits zahlreiche Blätter nebst Erläuterungen i[n] Reinschrift vor. Es ist eine mehrsprachige Ausgabe ge[]plant, um von vornherein die internationale Verständigung anzubahnen.

In der ATL-Schriftenreihe zur Veröffent[]lichung von ATL-Arbeiten und Vorträgen wurden bishe[r] 6 Hefte herausgegeben, nämlich:

1. Prof. Dr. Martiny, Halle: Stand der Aufgaben de[r] Technik in der Milchwirtschaft,
2. Obering. Karl Paulsen, Berlin-Schlachtensee: Unge[]fährer Anhalt über Maschinengrößen und Kraftbedar[f] in Hof- und Gutsbetrieben,
3. Dr.-Ing. Oehler, Berlin: Grundzüge der Entwicklung der Feldberegnung in Deutschland,
4. Oberstadtbaurat O. Fauser, Stuttgart: Aktuelle Pro[]bleme der Kulturtechnik,
5. Brauer, Berlin: Was will die Technik in der Land[]wirtschaft?
6. Dr.-Ing. Kloth, Berlin: Bindegarnuntersuchungen.

Die Arbeitsgemeinschaft hielt im Rahmen der in Berli[n] 1927 veranstalteten „Grünen Woche" ihre Jahrestagung ab, in der über laufende Arbeiten und wichtige Tages[]fragen berichtet wurde. Größte Beachtung fand di[e] ATL-Werkstofftagung 1927. In einer geschlossenen Vor[]tragsreihe wurden die Werkstofffragen, soweit sie fü[r] die landwirtschaftliche Betriebsführung von Bedeutung sind, eingehend besprochen; sie sollen weiterhin im Ein[]vernehmen mit der praktischen Landwirtschaft, der In[]dustrie und der Wissenschaft in der Arbeitsgemeinschaft behandelt werden.

Die ATL-Hauptstelle veranstaltete mehrere Studienfahrten und Besichtigungen im

kleineren Kreise zur planmäßigen Klärung bestimmter Fragen. Sie beteiligte sich mit ihrem Lehrmitteldienst, wie alljährlich, an einigen Ausstellungen, z. B. an der Ausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) in Dortmund, der hessischen Landesausstellung in Darmstadt, der Hauptversammlung in Mannheim usw., sowie an der Herbsttagung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Magdeburg. Hier ließ die Gerätestelle der DLG in ihrer Fachsitzung den Schulmann des ATL-Lehrmittelausschusses über den landwirtschaftlich-technischen Unterricht an Landwirtschaftschulen, insbesondere über die ATL-Lehrmittel sprechen.

Auf die Entwicklung der Forsttechnik konnte die Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft nachhaltigen Einfluß nehmen; der Deutsche Forstverein gründete einen Maschinenausschuß, der sich vor allem das Prüfungswesen der Forstmaschinen nach dem Muster der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zur Aufgabe gemacht hat. Die Fachleute und Mitarbeiter der Arbeitsgemeinschaft sind hierbei maßgeblich beteiligt.

Neben den Beziehungen zur Fachpresse, die schon immer über Veranstaltungen der Arbeitsgemeinschaft ausführlich berichtete, wurden die Verbindungen mit der großen städtischen Verbraucherpresse planmäßig ausgebaut; die Arbeiten der Arbeitsgemeinschaft wurden jedesmal eingehend behandelt.

Durch zahlreiche Vorträge konnte die ATL weite Kreise der Landwirtschaft und Industrie, vor allem auch die städtische Verbraucherschaft für ihre Bestrebungen erwärmen und beeinflussen.

Durch rege Mitarbeit an der Verbandspresse der ländlichen Handwerker war es möglich, Einfluß auf ihre Berufsausbildung zu erlangen und auch hier für die Verbreitung der Lehrmittel zu sorgen.

In Österreich wurde eine ATL-Gruppe beim Österreichischen Verein deutscher Ingenieure gegründet.

In enger Zusammenarbeit mit dem Verein deutscher Ingenieure stehende Körperschaften

Deutscher Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine

Die Mitgliederzahl des Deutschen Verbandes vermehrte sich in der Berichtzeit um 8 Vereine, so daß dem Verband zur Zeit 36 Verbände angehören. Die neuen Mitglieder sind: Vereinigung der Großkesselbesitzer, Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband, Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens, Deutscher Kälte-Verein, Deutsche Glastechnische Gesellschaft, Deutscher Normenausschuß, Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik und Zentral-Verein für deutsche Binnenschiffahrt.

Aus dem Arbeitsgebiete des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz ist von besonderer Wichtigkeit der Beschluß, die 2. Weltkraftkonferenz für das Jahr 1930 nach Berlin einzuberufen, eine Einladung, die der Internationale Hauptausschuß der Weltkraftkonferenz bereits angenommen hat. Die Vorarbeiten zur Konferenz haben begonnen.

Von Teilkonferenzen, die in der Zwischenzeit abgehalten werden, seien erwähnt die im Herbst 1928 in London stattfindende Teilkonferenz über Brennstoffe, die für das Frühjahr 1929 geplante Teilkonferenz in Barcelona sowie die im Herbst 1929 in Tokio zusammen mit dem Welt-Ingenieurkongreß stattfindende Teilkonferenz.

Die Sammlung an Unterstützungen für die in Arbeit befindlichen Fachbände der Illustrierten Technischen Wörterbücher erreichte die Höhe von rd. 160 000 Mark. Im einzelnen ist über den Stand der Arbeiten folgendes zu berichten:

Der Band „Bergbau" mit insgesamt 20 000 Wortstellen und 5000 Zeichnungen ist abgeschlossen und harrt der Drucklegung.

Der Band „Elektrotechnik" (Starkstromtechnik) ist im April 1928 erschienen.

Der Band „Kraftmaschinen" ist bis auf einen verschwindenden Rest satzfertig bearbeitet. Dieses Wörterbuch enthält rd. 18 000 Wortstellen mit etwa 4 bis 5000 Abbildungen.

Das Wörterbuch für „Luftfahrt" mit rd. 18 000 Wortstellen und etwa 4200 Zeichnungen ist zur Hälfte satzfertig.

In der Mitgliederversammlung des Deutschen Ausschusses für das Schiedsgerichtswesen am 8. November 1927 hielt Landgerichtsrat i. R. Dr. phil. Halberstadt einen Vortrag über „Internationales Schiedsgerichtswesen", der im Januar-Heft 1928 von „Technik und Wirtschaft" abgedruckt ist. Der Preis der Schiedsgerichtsordnung wurde auf 1 ℳ erhöht.

Baurat Dr.-Ing. E. h. G. de Grahl hat aus Gesundheitsrücksichten das Amt des Vorsitzenden in diesem Ausschuß niedergelegt. An seiner Stelle wurde Reg.-Baumeister F. Eiselen zum Vorsitzenden gewählt. Beratender Ingenieur A. Schlomann wurde neu in den Vorstand und zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt.

In der Vorstandsitzung und Geschäftsführerkonferenz des Deutschen Verbandes vom 1. November 1927 wurde ein Ausschuß für technisches Schrifttum gegründet, in den folgende Vereine Vertreter entsandt haben: Verein deutscher Ingenieure, Verein Deutscher Chemiker, Verband Deutscher Elektrotechniker, Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Deutsche Gesellschaft für Technische Physik und Verein der Zellstoff- und Papier-Chemiker und -Ingenieure. Zum Vorsitzenden dieses Ausschusses wurde Ingenieur A. Schlomann gewählt. Der Ausschuß hat bereits ein Merkblatt für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen herausgegeben und zur Zeit folgende Aufgaben in Bearbeitung: 1. Richtlinien für die Abkürzungen technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften, 2. Richtlinien für den Austausch von Zeitschriften gegen solche des Auslandes, 3. Vertretung aller die technische Fachliteratur angehenden Fragen in dem beim Deutschen Normenausschuß bestehenden Fachnormenausschuß für Bibliothekwesen; Fühlungnahme mit dem Verband Deutscher Bibliothekare, 4. Einrichtung eines technisch-wissenschaftlichen Quellennachweises.

Die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale (TWL) hat sich im verflossenen Jahr weiter gut entwickelt. Ihre Sammlung umfaßt über 15 000 Lichtbildplatten. Die Herstellung von Diapositiven und Papierabzügen konnte vollständig in den eigenen Betrieb übernommen werden. Die TWL hat auch begonnen, selbst Aufnahmen in Betrieben auszuführen, um gute Bildunterlagen für ihre Zwecke zu erhalten. Ferner wurde die Aufgabe weiter bearbeitet, gutes technisches Bildmaterial für allgemein bildende Schulen zu schaffen, das im Physik- und Chemieunterricht sowie in technischen Arbeitsgemeinschaften Verwendung finden und die vielen veralteten Darstellungen aus den Lehrbüchern verdrängen soll.

Die Siemens-Ring-Stiftung verlieh am 13. Dezember 1927 Sr. Exzellenz Geh. Baurat Dr. Osk. v. Miller den Siemens-Ring. Weiter beschloß sie, die Franzius-Plakette, die bisher für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete des Wasserbaues an Studierende der Technischen Hochschulen in Berlin und Hannover verliehen wurde, in Zukunft an Studierende aller Technischen Hochschulen Deutschlands zu verleihen.

Zur Erinnerung an Werner von Siemens soll ferner für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik an allen Technischen Hochschulen Deutschlands eine besonders hierfür geschaffene Radierung von Werner v. Siemens verliehen werden.

Ebenso wie im vergangenen Jahre die Biographie von Fraunhofer durch Vermittlung der Länderministerien an Volksschulen verteilt wurde, so konnte eine Druckschrift über den Ehrensaal des Deutschen Museums angefertigt und an Volks- und Mittelschulen verbreitet werden.

Aus den übrigen zahlreichen Arbeitsgebieten des Verbandes sei erwähnt, daß wie in früheren Wintern auch im vergangenen Prof. S. J. Davies, London, in Berlin einige englische Vorträge hielt, und zwar sprach er über „The Development of the Steam Engine" und „Some Great British Engineers". Die gleichen Vorträge wurden auch in Dresden gehalten.

Der beim Verbande bestehende Auslandsdienst hat in einer ganzen Reihe von Fällen Auskünfte und Aufklärungen geben und die einheitliche Vertretung Deutschlands bei ausländischen und internationalen Kongressen fördern können. Er hat Richtlinien für die Teilnahme an internationalen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen herausgegeben und sie in der Fach- und Tagespresse bekanntgemacht.

Die schon früher veröffentlichte Übersicht über internationale technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen ist nunmehr gedruckt und kann gegen Erstattung der Selbstkosten abgegeben werden.

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik

Die Arbeiten des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (DVM) umfassen die wichtigsten Aufgaben der methodischen Materialprüfung und die Aufstellung von Stoffnormen in Verbindung mit den für bestimmte Stoffe zu schaffenden oder zu vereinheitlichenden Prüfverfahren.

Arbeitsergebnisse liegen in den nachfolgenden Ausschüssen vor: Ausschuß 1b: Natürliche Gesteine (Normenblätter DIN-DVM 2102/05, Prüfverfahren für natürliche Gesteine — ergänzende Entwürfe DIN-DVM 2106/07), Ausschuß 9: Schmiermittel (Neuherausgabe der Richtlinien — Übernahme der Prüfverfahren in das Normensammelwerk — Normung des Flammpunktprüfers, des Stockpunktapparates — Bestimmung von Asphalt in Öl — Verwendung von Emulsionsölen), Ausschuß 10: Kerbschlagprobe (Nachprüfung der Vorschläge des DVM für die Normung der Kerbschlagprobestäbe an der Technischen Hochschule Dresden) Ausschuß 17: Traß (Überarbeitung der Normen — Nachprüfung in verschiedenen Prüfanstalten — Bestimmung des Kieselsäuregehaltes), Ausschuß 20: Anstrichstoffe (Veröffentlichung einheitlicher Begriffe und Benennungen — Normen für Bleiweiß — Aufstellung von Prüfverfahren für die chemische Analyse der fertigen Anstrichfarben — Normung des Sandstrahlgebläses — Kurz- und Langzeitprüfungen), Ausschuß 21: Verschleißwiderstand (Vergleichende Untersuchungen verschiedener Prüfmaschinen und Werkstoffsorten), Ausschuß 23: Streckgrenze (Untersuchungen über Lage und Beeinflussung von oberer und unterer Streckgrenze), Ausschuß 25: Leimprüfung (Vergleichende Untersuchungen von Lederleimen — Entwicklung einheitlicher Prüfverfahren), Ausschuß 26: Bituminöses Material (Bearbeitung von Prüfverfahren für Asphalt- und Teermassen — Durchberatung einer Nomenklatur, Ausschuß 28: Drahtseilprüfungen (Überarbeitung der Prüfverfahren für Drahtseile, für Fasereinlagen, für metallische Überzüge — Hin- und Herbiegeversuch), Ausschuß 31: Fußbodenbeläge (Prüfverfahren — Nachprüfung an verlegten Belägen), Ausschuß 34: Dachdeckstoffe (Aufstellung von Normen für beiderseitig besandete Teerdachpappen, für Tränkmassen für besandete Dachpappen DIN-DVM 2121/24 — Normenentwürfe für Bitumendachpappe).

Die Ergebnisse der Sitzungen der Ausschüsse wurden in den Zwanglosen Mitteilungen niedergelegt, von denen bisher 10 Hefte erschienen sind.

Auf den folgenden Gebieten wurde die Aufnahme neuer Arbeiten beschlossen und eingeleitet:

Härteprüfverfahren, Tiefziehprüfung, Probestabformen, Prüfung von Gußeisen, Prüfung der Korrosion, Dauerversuche, Prüfung von künstlichen Gesteinen und Kunststeinen, Prüfung der Feuersicherheit, Prüfung von Holz, Prüfung von Straßenbaustoffen außer natürlichen Gesteinen und bituminösen Stoffen, Prüfung auf Wetterbeständigkeit, Prüfung von Zement und Beton, Prüfung fester Brennstoffe, Prüfung von Gespinsten, Garnen und Fasern.

Im Geschäftsjahr 1927 veröffentlichte der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik die Druckschriften Nr. 77, Studien über die Prüfung der Transformatorenöle, sowie Nr. 78, Die Bedeutung der Kerbschlagprobe.

Die Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Verbande, der am 10. Februar 1927 neu gegründet wurde, ist aufgenommen. Sie erstreckt sich insbesondere auf den Austausch der Prüfergebnisse, der durch Herausgabe eines gemeinsamen Mitteilungsblattes, den Zwanglosen Mitteilungen des Deutschen und des Österreichischen Verbandes, gefördert werden soll. Gemeinschaftsarbeit ist zunächst auf folgenden Gebieten in die Wege geleitet worden: Gewinde für Probestäbe, Prüfung dünner Bleche, Streckgrenze, Härteprüfung, Schneidhaltigkeit, Kerbschlagprobe, Prüfung von Gußeisen, Prüfung der Korrosion.

Die Wiederaufnahme internationaler Zusammenarbeit begann mit der Gründung des Neuen Internationalen Verbandes für Materialprüfungen (September 1927). Die Gründungsversammlung wurde von allen Staaten reichlich beschickt; sie vereinbarte Satzungen und Arbeitsgebiete und bot den Besuchern in ihren Vorträgen einen Überblick über die Fortschritte des letzten Jahrzehntes im Materialprüfungswesen.

Das Arbeitsgebiet des Internationalen Verbandes ist nach Vereinbarungen auf einer Delegiertenversammlung in die Gruppen Metalle, anorganische nichtmetallische Stoffe, organische Stoffe und Fragen von allgemeiner Bedeutung unterteilt worden. Deutschland hat unter Leitung seines Delegierten die Bearbeitung der letzten Gruppe im internationalen Rahmen übernommen und eingeleitet.

Einen breiten Raum nahmen die Arbeiten für die Werkstofftagung ein. Auf Grund von Vereinbarungen mit der Gruppe Metalle der Werkstofftagung wurden die sachlichen Arbeiten für den Aufbau des gesamten Prüffeldes übernommen und in Verbindung mit der Gruppe Stahleisen die Herstellung der Erläuterungstafeln für die mechanische Prüfung durchgeführt. Eine Auswahl von 71 Tafeln wurde in einem Heftchen des Deutschen Verbandes zusammengestellt.

Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen

Als Vereinigung, die sich ausschließlich aus persönlichen Mitgliedern zusammensetzt, darf die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen (D. G. f. B.) den „Dienst am Mitglied“ über ihre wissenschaftlichen Arbeiten nicht außer acht lassen und muß diese, ungeachtet der kargen Geldlage, welche die erwähnte Zusammensetzung bedingt, soweit wie möglich an das einzelne Mitglied herantragen. Deshalb hat die Gesellschaft die Veröffentlichungsgelegenheiten in ihrem Jahrbuch und im „Bauingenieur“, teilweise auch solche in den VDI-Nachrichten, rege ausgenützt. Sie hat Versammlungen außerhalb Berlins — so gelegentlich der Hauptversammlung des V. d. I. in Mannheim — abgehalten und für das laufende Jahr in Essen, wie auch außerhalb des Sitzes von Ortsgruppen vorbereitet, ferner den Literaturnachweis ausgebaut, Angaben über ausgeführte Ingenieurbauten für Anfragen der Mitglieder in archivmäßiger Weise und damit zugleich teilweise für Abschnitte des Jahrbuches gesammelt. Den künftigen Mitgliedern, den werdenden Bauingenieuren, leistet die Berufsberatung, die sich die Gesellschaft besonders angelegen sein läßt, erfolgreiche Hilfe.

Die Rückwirkung auf die Mitgliederzahl ist nicht ausgeblieben, indem ein Zuwachs auf nahezu 1300 Mitglieder zu verzeichnen ist.

An umfassenden wissenschaftlichen Aufgaben wurden insbesondere die folgenden weiter verfolgt oder neu in Angriff genommen. Die Erforschung des Windeinflusses auf Bauwerke konnte durch Entgegenkommen des Wissenschaftlichen Beirates des Vereines deutscher Ingenieure im Aerodynamischen Institut der Universität Göttingen gefördert werden. Ein Teil der Versuche ist abgeschlossen. Das Ergebnis ist ausgewertet worden und im Jahrbuch veröffentlicht. Die vielfachen Sturmschäden des letzten Jahres an Bauwerken gestatteten, besonders die statistischen Unterlagen auf Grund eines ausgesandten Fragebogens zu ergänzen.

Ein Ausschuß für Baugrundforschung nahm im Sommer 1927 seine Tätigkeit auf. Er will die wissenschaftliche und praktische Forschungstätigkeit auf diesem bisher nur wenig erforschten Gebiet in die Wege leiten und fördern, um unsere Kenntnisse über den Boden, soweit er als Träger von Bauwerken und als Baustoff bei Erdbauten sowie als Angriffskraft auf Bauwerke (Erddruck)

in Frage kommt, zu erweitern und zu vertiefen. Er hat zunächst ein Merkblatt für die Entnahme und Behandlung von Bodenproben herausgegeben und will sich dann mit der Vereinheitlichung der Benennung der Bodenarten beschäftigen.

Der Ausschuß für Berufsausbildung der akademischen Bauingenieure hat einen Fragebogen ausgesandt, auf den annähernd 100 Antworten eingegangen sind. Darin wird insbesondere das Verhältnis zwischen fachwissenschaftlichem und wirtschaftlichem Lehrstoff behandelt. Eine Umfrage über den Erfolg der seit einigen Jahren vorgeschriebenen praktischen Arbeitzeit für die Studierenden des Bauingenieurfaches ist im Gange.

Der Arbeitsausschuß für das Garagenwesen beschränkte sich auf einige wichtige Vorträge.

Bei den Arbeiten über Baubetriebstechnik hat sich immer mehr herausgestellt, daß es in erster Linie darauf ankommt, Kreise des Hochbaues im engeren Sinne (Wohnungsbau und ähnliches) heranzuziehen. Die Gesellschaft verlegte daher den Schwerpunkt der Arbeiten in die von ihr gegründete Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung im Bauwesen.

Einen besonderen Wert legt die Gesellschaft auf die Zusammenarbeit mit den anderen dem V. d. I. nahestehenden Körperschaften, die hierdurch mehr im Sinne des Bauingenieurs beeinflußt werden als es sichtbar in die Erscheinung treten kann.

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde

Das Geschäftsjahr 1927 der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde (D. G. f. M.) stand im größten Umfang im Zeichen der Werkstofftagung und Werkstoffschau. Die Gesellschaft war an dieser Veranstaltung als einer der vier Träger unmittelbar beteiligt. Die Leitung der Gruppe Metalle lag in den Händen des Vorsitzenden, Hrn. J. Czochralski. Wenn auch für diese Gruppe im Rahmen der Werkstofftagung eine selbständige Organisation geschaffen wurde, so waren bei der Durchführung der technischen und wissenschaftlichen Arbeiten Mitglieder der Gesellschaft in hervorragendem Maße beteiligt und haben hierfür ganz außerordentliche Opfer an Arbeit und Zeit gebracht. Das von der Gesellschaft herausgegebene Handbuch „Nichteisenmetalle", das gewissermaßen den Niederschlag der Werkstofftagung bildet, hat in weitesten Fachkreisen außerordentlich gute Aufnahme gefunden.

Die Geschäftstelle hat eine Reihe wichtiger Aufgaben neu aufgegriffen und den Ausschüssen der Gesellschaft zugeführt. Im Geschäftsjahr wurde die Fachtagung „Dauerbruch" abgehalten, die erfreulich stark besucht war und zwar nicht nur von unsern Fachleuten, sondern auch aus dem Kreis der Maschinenindustrie, des Dampfkesselbaues usw.

Der Hauptausschuß für Aluminium und Leichtlegierungen hat das Arbeitsprogramm über die Festlegung der Schädlichkeitsgrenze des Eisengehaltes in den veredelbaren Aluminiumlegierungen in Einzelheiten durchberaten und die Durchführung der Versuche in die Wege geleitet. Der Unterausschuß für Aluminiumleitungsnormen hat die Vorschläge für die Normung von Leitungsaluminium auf Grund des vom Ausschuß aufgestellten Arbeitsplans und auf Grund der vom Ausschuß durchgeführten Untersuchungen bei der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, Berlin-Charlottenburg, und dem Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, veröffentlicht. Diese Normenvorschläge sollen die Grundlage der deutschen Vorschläge für die internationale Normung von Leitungsaluminium bilden. Der Unterausschuß für Aluminiumlote hat die ihm gestellten Aufgaben beendet. Er hat nach seiner Erweiterung zu einem allgemeinen Lötausschuß, der sich mit den Nichteisenmetallen befassen wird, Grundfragen der Nomenklatur erörtert und durch Rundfragen mit der Lötindustrie Fühlung genommen. Der Unterausschuß für Aluminiumleitungen ist mit der Durcharbeitung der Antworten beschäftigt, die auf Grund einer Umfrage bei den deutschen Elektrizitätswerken für die Bewährung von Aluminiumfernleitungen eingegangen sind. Der Aluminium-Korrosionsausschuß hat den Bericht über die im Meerwasser durchgeführten Versuche mit Aluminium und Duralumin mit und ohne Schutzüberzüge fertiggestellt. Der Bericht steht vor der Veröffentlichung. Das von der Gesellschaft geplante Buch über Aluminium und Leichtlegierungen liegt in der Handschrift vor. Ferner beabsichtigt die Gesellschaft, ein Buch über Kokillenguß herauszugeben und die Veröffentlichung von allgemein verständlichen Büchern über die verschiedenen Nichteisenmetalle in die Wege zu leiten.

Andre Aufgaben, die in Vorbereitung sind, betreffen die Zinkverluste beim Schmelzen von Messing und die Verluste bei der Dickschen Presse. Die Mitglieder der Gesellschaft und die Geschäftstelle waren an den Arbeiten des Fachnormenausschusses für Nichteisenmetalle stark beteiligt. Die Herausgabe einer Reihe neuer Blätter wie z. B. Aluminiumgußlegierungen, Edelmetalle usw. wurde ins Auge gefaßt. Das Normblatt für Bronze und Rotguß, dessen Festlegung außerordentlich schwierig war, und mit dem sich seit Jahren die beteiligten Fachkreise beschäftigten, ist soeben erschienen.

Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen

Im abgelaufenen Jahre konnten die vielseitigen Arbeiten des Deutschen Ausschusses (DATSCH) mit Unterstützung der in Frage kommenden Kreise (Industrie, Handwerk, technische Schulen und Behörden) in gesteigertem Maße fortgesetzt werden. Die hierfür notwendigen Mittel wurden dankenswerterweise insbesondere vom Reichsministerium des Innern, vom Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, dem Verein deutscher Ingenieure und einer Reihe von Einzelfirmen zur Verfügung gestellt, soweit nicht die Vertriebstelle des Deutschen Ausschusses und die angeschlossenen Vereine und Verbände die Unkosten decken konnten.

Infolge wachsenden Umfanges mußte die Geschäftstelle im Februar vom Ingenieurhause, Dorotheenstr. 40, nach der Potsdamer Straße 119 b verlegt werden. Hier wurden im Berichtjahre die verfügbaren Räumlichkeiten so erweitert, daß den gesteigerten Anforderungen entsprochen werden konnte. Durch eine Vorstandsitzung im März wurde eine Erweiterung der Tätigkeit im Sinne der Lehrmittelarbeiten des Deutschen Ausschusses und hinsichtlich des stärkeren Verkehrs mit den angeschlossenen Verbänden auf Grund der günstigeren Verhältnisse beschlossen und einer Anzahl weiterer Aufnahmegesuche von interessierten Vereinen zugestimmt. Demzufolge sind besondere Arbeiten über verschiedene wichtige Zeitfragen des technischen Erziehungswesens in Angriff genommen worden, deren Ergebnisse erst im künftigen Jahr in Erscheinung treten werden. Vor allem ist die bereits auf der Tagung des Deutschen Ausschusses im März 1926 angeregte Frage der Ausbildung der Gewerbelehrer erneut aufgenommen worden.

Über wichtige Zeitprobleme der technischen Ausbildung berichtet knapp, aber weiter eindringend die mit dem Arbeitsausschuß für Berufsausbildung herausgegebene Zeitschrift „Technische Erziehung", die sich in der Berichtzeit einer erhöhten Verbreitung erfreuen durfte. So wurde u. a. die Aussprache über die Ausbildung der Baufachleute fortgesetzt und die Berufsausbildung in den Fachschulen des Heeres und der Marine, den Werkschulen und all den übrigen Zweigen des technischen Unterrichtswesens behandelt.

Von den Tagungen sind insbesondere die Fachsitzung „Ausbildungswesen" in Mannheim und die Oktobertagung im Rahmen der Werkstofftagung in Berlin kennzeichnend für die weitere Tätigkeit des Deutschen Ausschusses. In Mannheim wurde die vor mehreren Jahren aufgegriffene Reform des Praktikantenwesens von Hrn. Lippart behandelt und unter Kennzeichnung der Richtlinien der derzeitige Stand der Entwicklung festgestellt. Professor Dr. Matschoß warf die bedeutsame Frage erstmalig auf, in welcher Weise wissenschaftliche Ingenieurbetätigung in allen Gewerbezweigen künftighin nutzbar gemacht werden könnte. Die darauf antwortenden Berichte aus den Gebieten der Textilindustrie, Bauwirtschaft, dem Möbelgewerbe usw. unterstrichen die Bedeutung des Problems, das auch in diesem Jahre vertieft weiter behandelt werden soll.

Die im Zeichen der Werkstoffschau stehende Oktobertagung brachte neben der Behandlung der überaus wichtigen Werkstofffragen noch eine wertvolle Auseinandersetzung der technischen Schulen aller Grade mit der deutschen Normung und ihrer verstärkten Einführung. Hierüber sowie über die Verhandlungen in Mannheim gibt der soeben erschienene Band 9 der „Abhandlungen und Berichte“ des Deutschen Ausschusses erschöpfende Auskunft.

Wie immer konnte der Deutsche Ausschuß ergänzend zu Versammlungen Ausstellungen veranstalten, die sich lebhafter Beachtung erfreuten. Aber auch bei Veranstaltungen angeschlossener oder befreundeter Verbände wurden die Arbeiten des Deutschen Ausschusses in zahlreichen, etwa 40 Ausstellungen größeren oder kleineren Umfanges weiteren Kreisen nahegebracht.

Die Lehrmittelarbeiten des Deutschen Ausschusses wurden dank der ideellen und materiellen Unterstützung obengenannter Kreise wesentlich gefördert. Die bekannten Lehrgänge, bestimmt für die Berufsausbildung der Facharbeiter und Handwerker, konnten durch Bearbeitung des Klempnerlehrganges und einzelner Teile der Schmiede-, Werkzeugmacher- und Mechanikerlehrgänge erweitert werden. In Bearbeitung befinden sich ferner die Lehrgänge für den Dreher und den Elektroinstallateur. Ein Lehrgang für Maurer ist vor kurzem bereits erschienen und unmittelbar vor der Herausgabe steht der erste Teil des Zimmererlehrganges, womit der DATSCH über die bisherigen metallgewerblichen Berufe hinausgeht. Viele der genannten Lehrgänge sind als erste Arbeiten auf diesem Gebiet anzusprechen und erfreuen sich deshalb der Beachtung aller Beteiligten im In- und Auslande. Wie ersichtlich, konnte auch das Handwerk bei vielen dieser Arbeiten als besonders zuständig in erhöhtem Maße zur Mitarbeit herangezogen werden — eine im Interesse des Zusammenwirkens aller gewerblichen Kreise sehr erfreuliche Tatsache. Auf die Arbeiten in der dem Deutschen Ausschuß eigentümlichen Form von Tafeln und Merkblättern sei hier noch kurz hingewiesen und besonders auf die zum Teil fertiggestellten Gebiete „Gasschmelzschweißung“, „Elektroschweißung“ und „Automobil-Elektrik“, „Dampfkesselwesen“, „Wärmetechnik“ aufmerksam gemacht.

Vor allem wurden aus Anlaß der Werkstoffschau neue Lehrmittel über die Behandlung der Werkstoffe im Unterricht bearbeitet — Eisengewinnung und -verarbeitung, Baustoffblätter und -tafeln, Metallographie u. a. —, die den Unterricht auf diesem spröden Lehrgebiet erleichtern und vertiefen helfen sollen.

Die mit der Reichsbahn vor Jahren begonnenen Arbeiten staatsbürgerkundlichen Inhalts mußten zugunsten der wegen der Tagungen und Ausstellungen vordringlichen Arbeiten etwas zurücktreten; die hier herausgebrachten farbigen Tafeln und Lehrblätter über den Handel und Deutschlands Ernährung fanden in allen Schulfachkreisen lebhafte Aufnahme.

Der erhöhten Verbreitung der geschaffenen Lehrmittel dienten neben einer verstärkten Werbetätigkeit eine größere Zahl neuer Auslagestellen in allen deutschen Ländern, teils in Verbindung mit technischen Lehranstalten und Verbänden, teils mit Buchhandlungen, die sich in dankenswerter Mitarbeit für unsere Bestrebungen einsetzten.

Die nach außen wenig sichtbare, zeitraubende, aber notwendige Auskunfts- und Beratungstätigkeit im technischen Ausbildungswesen wurde fortgesetzt und die hierfür notwendige Einrichtung vervollkommnet.

Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung

Eine wesentliche Erweiterung der Lehrmittel des Reichsausschusses für Arbeitzeitermittlung (REFA) hat im Berichtjahr 1927/28 nicht stattgefunden; veröffentlicht wurde nur die von Hrn. Tillmann im Auftrage des Ausschusses für Arbeitzeitermittlung beim Verein Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, Düsseldorf, verfaßte Schrift: „Zweck und Durchführung von Arbeits- und Zeitaufnahmen in der Gießerei“.

Einer Anregung der vorjährigen Refa-Tagung zufolge wurde mit den Vorarbeiten für die mit einer völligen Neubearbeitung verbundene dritte Auflage der Refa-Mappe für „Spanabhebende Formung“ begonnen.

Die von verschiedenen Kuratorien — Berlin, Nürnberg, Leipzig, Hamburg, Köln, Stuttgart — ausgearbeiteten, mehr oder weniger voneinander abweichenden Entwürfe und Vorschläge wurden in der Refa-Jahressitzung am 26. November 1927 eingehend durchberaten. Ein Ausschuß von neun Mitgliedern wurde vom Vorstand mit der Neubearbeitung nach neuen Richtlinien beauftragt.

Die im vorjährigen Bericht erwähnten Arbeiten der Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure auf dem Gebiete der Stanzereitechnik, Feinmechanik, des Schmiedens, der Holzbearbeitung und der Montage wurden fortgeführt; für die erstgenannten beiden Gebiete wurden Entwürfe veröffentlicht. Fast allen Kuratorien war es möglich, wiederum Ausbildungskurse für Stückzeitrechner durchzuführen. Hervorzuheben ist, daß auch in verschiedenen kleineren Orten, wie Döbeln, Fürstenwalde, Eberswalde, Kurse abgehalten wurden.

In Gera wurde der erste Gießerei-Sonderkursus des Reichsausschusses veranstaltet, in Köln ein solcher vorbereitet.

Eine wesentliche Stärkung hat der Ausschuß durch den Beitritt des Arbeitgeberverbandes für den Bezirk der nordwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller, Düsseldorf, erfahren, der mit zwei stimmberechtigten Herren im Reichsausschuß vertreten ist.

Ein neues örtliches Kuratorium wurde in Leipzig gegründet; die Zahl der dem Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung angeschlossenen Kuratorien erhöht sich damit auf 21.

Deutscher Normenausschuß

Die Arbeiten des Deutschen Normenausschusses (DNA) dehnen sich immer mehr auf die außerhalb des Maschinenbaues liegenden Gebiete aus.

Werkstoffnormen

Die Normen für Gußeisen, Bronze und Rotguß sind abgeschlossen. Neu aufgenommen wurden Normen für Temperguß, technische Lieferbedingungen für gezogenen Stahl und kaltgewalzten Bandstahl, Federbleche und Bänder aus Nichteisenmetall.

Maschinenteile

Die Zahnform für Stirn- und Kegelräder ist jetzt endgültig als Evolventenverzahnung mit 20° Eingriffswinkel festgelegt. Auch die Grundbegriffe für Zahnräder liegen abgeschlossen vor. Die Bearbeitung angeschmiedeter Wellenflansche ist gemeinsam mit der Schweiz wieder aufgenommen.

Werkzeuge und Werkzeugmaschinen

In den Arbeiten für Werkzeuge nimmt jetzt die Normung der Handwerkzeuge, wie Feilen, Hämmer und Stiele, Hufbeschlagwerkzeuge, einen breiten Raum ein. Für Werkzeugmaschinen sind die wichtigsten Blätter über Bewegungsrichtungen an Maschinen herausgegeben. Auch für Werkzeugbefestigung sind weitere Normen herausgekommen.

Rohre, Flansche, Fittings

Die Arbeiten über Rohre, Flansche und Ventile für Nenndruck 64 und 100, sowie über Absperrschieber für Groß-Gas- und Wasserarmaturen stehen kurz vor dem Abschluß. Die Normung der Fittings ist gleichzeitig mit der internationalen Behandlung dieser Frage in Angriff genommen. Neu aufgenommen ist die Normung der Heizungsarmaturen, die einige Jahre zurückgestellt war; ferner die der Indikatorhähne. Die Arbeiten über Staufferbüchsen sind wieder aufgenommen.

Elektrotechnik

Die Normen für Rundfunkgerät konnten so weit abgeschlossen werden, daß die Herausgabe eines besonderen Buches „Normung im Rundfunk“ möglich wurde. Besonders gefördert wurden auch die Arbeiten für Installationsstoffe. Neu aufgenommen wurde die Bearbeitung elektrischer Bahnen durch Gemeinschaftsarbeit des Fach-

normenausschusses für Bergbau (Faberg), des Vereins deutscher Straßenbahnen, der Deutschen Reichsbahn und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Bauwesen

In der Hochbaunormung wurden die Fensternormen überarbeitet und somit die verschiedenen Landesnormen durch eine einzige Reichsnorm ersetzt. Ferner wurden Qualitätsvorschriften für Holzhäuser in Angriff genommen. Auf dem neu aufgenommenen Gebiete der sanitären Einrichtungen sind die Normen für Spülklosetts abgeschlossen. Ebenso liegen endgültige Normen für leichte Normalabflußrohre, Kanalisations-Schachtabdeckungen und Wand- und Mosaikplatten vor. Die Prüfverfahren für feuerfeste Baustoffe sind abgeschlossen und, darauf aufbauend, Gütevorschriften für die Lieferung feuerfester Baustoffe in Arbeit. Neu aufgenommen sind Arbeiten in der Geodäsie, die sich auf die Darstellungsweise für Karten und Pläne sowie auf Geräte beziehen. Endlich seien noch die jetzt abgeschlossenen Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken erwähnt.

Bergbau

Abgeschlossen liegen vor: Grubenschienen und Förderwagen, Wetterlutten, Schüttelrutschen, Werkzeugschäfte für Schrämmaschinen, Durchgangshöhe für Preßluftleitungen. Für Preßluft- und Berieselleitungen sind die allgemeinen Rohrleitungsnormen übernommen.

Im Entwurf sind fertig Handwerkzeuge und Gezähe. In Angriff genommen wurden die Arbeiten für Förderhaspel, Becherwerke für die Aufbereitung, Schießleitungen und Zündmaschinen, Kohlenstaubwagen, elektrische Fahrdrahtlokomotiven für Hauptstreckenförderung. Auf dem Gebiete des Markscheidewesens wurden die gleichen Arbeiten eingeleitet wie in der Geodäsie.

Textilmaschinen

Die Arbeiten erfuhren eine beträchtliche Förderung dadurch, daß die einzelnen Textilmaschinenfabriken in unmittelbare Verbindung miteinander traten, um gemeinsame Normungsvorschläge zu unterbreiten.

Textilindustrie

Die Normung für Textilerzeugnisse wird nur mit äußerster Vorsicht bearbeitet. Unter Umständen soll zunächst abgewartet werden, wie sie sich auf einem Sondergebiet, nämlich dem des Krankenhausbedarfes, auswirkt.

Landwirtschaftliche Maschinen

Für Bodenbearbeitungsgeräte sind die Normen über Pflugkörper für Motorpflüge und Eggenzinken endgültig. Normen für Erntemaschinen stehen vor dem Abschluß.

Luftfahrt

Für Bewegungsrichtungen der Steuerorgane und der Motorbedienhebel liegen endgültige Normen vor. Einige Normblätter legen die für den Flugzeugbau zu verwendende Auswahl aus den allgemeinen Dinormen fest. In Arbeit sind Normen für die im Flugzeugbau gebrauchten Halbzeuge und Bauteile, für die Austauschbarkeit gefordert werden muß.

Holzbearbeitungsmaschinen

Für Holzbearbeitungsmaschinen sind neben einem Grundnormblatt für Werkzeugbohrungen einige Normblätter für Fräsmaschinen herausgekommen. In Arbeit befinden sich Normen für Hobelmaschinen, Bandsägen, Kreissägen und Werkzeuge.

Verschiedene Gebiete

Gute Fortschritte sind in der Herausgabe der Normen für Aluminiumgeschirre, Schreibmaschinen, Laboratoriumgeräte erreicht. Neu aufgenommen wurden die Arbeiten für Flaschen, Porzellangeschirre, Nähmaschinen, Blechplakate und Bibliothekwesen. Für Krankenhauswesen liegt das Normblatt über Krankenbetten abgeschlossen vor; in Arbeit sind Normen für ärztliche Instrumente und Krankentransportwagen.

Internationale Normung

Die internationale Zusammenarbeit der Normenausschüsse hat durch die Errichtung eines Zentralbureaus in London festere Form angenommen. Internationale Konferenzen fanden über folgende Fragen statt: Werkstoffe, Kugellager, Metrisches Gewinde, Metrische Schrauben und Fittings.

Mai 1928 C. Matschoß. W. Hellmich.

Die Tätigkeit der Bezirksvereine im Jahre 1927/28

Während des Weltkrieges war das wissenschaftliche Leben in den Bezirksvereinen stark beeinträchtigt. Mit dem Eintritt ruhiger Zeiten begann sich auch sofort in den Bezirksvereinen das Vortragswesen wieder zu beleben. Von diesem Zeitpunkt an verläuft dann die Steigerung wissenschaftlicher Betätigung der Bezirksvereine bis zum letzten Jahr in gleichmäßig ansteigender Linie, die nur während der Inflation eine merkliche Senkung erfuhr.

Die Teilnahme der Mitglieder an den wissenschaftlichen Vorträgen war zwar im allgemeinen gut, ließ aber bei Bezirksvereinen, deren Mitglieder weit zerstreut wohnen, vielfach zu wünschen übrig, da natürlich hier die Beteiligung der Mitglieder mit Schwierigkeiten und persönlichen Opfern verknüpft ist. Deshalb ging auch in den letzten Jahren das Bestreben dahin, in größeren Entfernungen vom Sitz der einzelnen Bezirksvereine Ortsgruppen zu bilden, die dann unabhängig vom Bezirksverein Vorträge veranstalten können. Leider ist es noch nicht gelungen, in allen Ortsgruppen das Vortragswesen auf die wünschenswerte Höhe zu bringen.

Auch über die mangelnde Beteiligung der jüngeren Ingenieure an den wissenschaftlichen Veranstaltungen der Bezirksvereine wird Klage geführt. Der Versuch eines Bezirksvereins, von den jüngeren Fachgenossen kurze Referate halten zu lassen über Gebiete, die ihnen nahe liegen, wobei die älteren Mitglieder in der Aussprache ihre Erfahrungen zur Erörterung stellen, ist durchaus beachtenswert.

In allen Bezirksvereinen ist ein starkes Anwachsen des Gedankens der Gemeinschaftsarbeit festzustellen, der in der Praxis zu einer weitgehenden Zusammenarbeit mit den übrigen großen technisch-wissenschaftlichen Verbänden und mit den benachbarten Bezirksvereinen des Vereines deutscher Ingenieure geführt hat. Ganz besonders aber haben sich die großen vom Gesamtverein eingerichteten Veranstaltungen und die von den wissenschaftlichen Fachausschüssen gegebenen Anregungen im Vortragswesen der Bezirksvereine ausgewirkt. An erster Stelle stand im vergangenen Jahre die Werkstofftagung, deren Einfluß eine sehr starke Behandlung der Werkstoffkunde ausgelöst hat.

Die Bildung des Beirates der Verbraucher, das Heranziehen weiter Kreise der verbrauchenden Industrie zur Mitwirkung bei den Vorarbeiten und die starke Betonung der Werkstofffragen in allen Zeitschriften des Vereines haben bewirkt, daß fast sämtliche Bezirksvereine schon Monate vor der Tagung die Behandlung von Werkstofffragen auf ihr Programm setzten. An vielen Stellen wurden zur Werbung für den Besuch der Tagung aus berufenem Munde Vorberichte erstattet, und der über alles Erwarten starke Besuch der Vorträge sowie der Werkstoffschau ist sicher zu einem erheblichen Teil auf das eifrige Bemühen der Bezirksvereine zurückzuführen, den Boden für die Werkstofftagung zu bereiten. Die Vereinsmitglieder, die von der Tagung nach Hause kamen, haben allenthalben Bericht erstattet, häufig unter Verwendung der von der Geschäftstelle zusammengestellten Lichtbildreihen; angeregt durch das in den Vorträgen und auf der Schau Gebotene sind überall wichtige Werkstofffragen auch weiterhin behandelt worden; so ist in den Vortragsplänen der Bezirksvereine erfreulicherweise

noch heute die Nachwirkung der großen Veranstaltung deutlich zu erkennen.

Ein andres Gebiet, das stark in den Vordergrund trat, ist die Betriebstechnik. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure hatte schon im Herbst 1926 unter dem Schlagwort „Verlustquellen in der Industrie" die Aufmerksamkeit auf die Behandlung der Fragen gelenkt, die man auch unter dem Begriff „Rationalisierung" zusammenfassen kann. Im ganzen Deutschen Reich, von Königsberg bis Saarbrücken und von Lübeck bis München, wurden Vorträge über die hier vorliegenden Aufgaben gehalten, in einigen Bezirksvereinen ganze Vortragsreihen und Kurse veranstaltet. Bearbeitet wurden hierbei die Werkstattorganisation, der Werkstattbau, die Kraft- und Wärmewirtschaft im Betrieb, die Vorbereitung und Durchführung der Werkstattarbeiten, das Werkstattförderwesen und die Menschenführung.

Mit besonderem Nachdruck hat man die Unfallverhütung in den Kreis der Betrachtungen einbezogen. Angeregt durch einen Vortrag über die Ausbildung der technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaften, hat sich eine enge Zusammenarbeit zwischen diesen und den Betriebsingenieuren deutscher Werke angebahnt. Durch Vorträge und durch Bildung von Arbeitsgruppen wird das Verständnis des Ingenieurs dafür geweckt, daß die Anzahl von Unfällen in deutschen Werken herabgedrückt werden muß, in erster Linie natürlich aus Gründen der Menschlichkeit, dann aber auch aus rein wirtschaftlichen Erwägungen, daß also auch der Kampf gegen die Unfallgefahren als betriebswirtschaftliche Aufgabe anzusehen ist.

Die Tätigkeit der beim Gesamtverein bestehenden wissenschaftlichen Ausschüsse hat nach verschiedenen Richtungen hin ein Echo in den Bezirksvereinen geweckt. Dabei finden Ausschüsse, die sich vorzugsweise mit Grundlagen der Wissenschaft, z. B. Wärmeforschung oder Schwingungsforschung, befassen, nicht so sehr die Beachtung der Bezirksvereine als Ganzes, als vielmehr die Beachtung einzelner Mitglieder, die an den betreffenden Fragen fachlich interessiert sind.

Ausschüsse, die sich mit mehr technologischen Aufgaben befassen, z. B. Schweißtechnik, Anstrichtechnik, Staubtechnik u. dergl., haben zwar erhebliche Arbeit aufwenden müssen, um bei den Ingenieuren in der Praxis die Anerkennung wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit zu fördern, dann aber wenigstens zum Teil erfreuliche Erfolge erzielt. Es ist verständlich, daß diese Gebiete der Fertigung, die bislang meist dem Handwerk überlassen waren und erst neuerdings in den Aufgabenkreis des Ingenieurs hineinwachsen, bei den Bezirksvereinen noch nicht allgemein die gebührende Beachtung finden. Der Fachausschuß für Schweißtechnik sucht seit einigen Jahren durch gedruckte zwanglose Mitteilungen über seine Verhandlungen und den Fortgang der wissenschaftlichen Arbeiten an die Ingenieure heranzukommen, während der Fachausschuß für Anstrichtechnik die Werbung durch das gesprochene Wort mit Vorteil anwendet. Die Bezirksvereine haben bereitwillig mitgewirkt, gemeinsam mit diesem Fachausschuß sogenannte Sprechabende zu veranstalten, zu denen Erzeuger, Verbraucher und Behörden zur Aussprache über schwebende Fragen herangeholt werden.

Daß der Ingenieur in den letzten Jahren angefangen hat, sich neben rein technischen auch mit rein wirtschaftlichen Fragen zu beschäftigen, ist ein Zeichen für die wachsende Erkenntnis, daß der Ingenieur, der nach Anerkennung strebt, sich die Kenntnisse verschaffen muß, die ihm seine frühere Ausbildung nicht mitzugeben vermocht hat. So sind in den Vortragsplänen der Bezirksvereine wenn auch nicht sehr häufig,

Übersicht über die Bezirksvereine und ihre Tätigkeit im Jahre 1927/28

Bezirksverein	Mitgliederzahl			Versammlungen		Mittlere Besucherzahl einschließlich Gäste	Anzahl der Vorträge	Anzahl der Besichtigungen	Kurse und Vortragsreihen	Anzahl der geselligen Veranstaltungen	Bemerkungen
	ordentliche	besuchende	Gesamtzahl	ordentliche	außerordentliche						
Aachen	291	14	305	9	—	60	9	4		1	berichtet ausführlich über seine Teilnahme an der Gauverbandstagung Rheinland-Westf. in Aachen
Augsburg	301	5	306	7	—	12	5	1	1 Kursus (6 Abende) für Kalkulatoren und Zeitaufnahm. durch AdB	1	
Bayern	655	12	667	22	—	—	24	1		1	
Berg	375	13	388	10	1	30	11	3	1 Kursus für Gas- und Schmelzschweißung	1	
Berlin	4224	153	4377	9	4	330	13	14	18 Vortragsreih. u. Vorträge zus. mit andern Vereinen	3	
Bochum (Ortsgr. Witten)	411	8	419	9	—	—	9	3		3	
Bodensee	356	7	363	2	—	—	5	keine	—	1	
Braunschweig	281	8	289	—	—	—	11	2	—	1	
Bremen (Ortsgr. Emden, Wilhelmshaven, Oldenburg)	509	30	539	8	—	—	8	1	Fortbildungskurse für Ingenieure	1	
Breslau (Ortsgr. Waldenburg)	645	12	657	8	2	—	11	1		2	
Chemnitz	500	31	531	10	9 (zus. mit AdB)	—	11 (+10 zus. m. AdB)	2		1	Vertreter zu wissenschaftl. Kongressen entsandt DVM, GfM. Refa, Werkstofftag.
Dresden	650	19	669	9	—	—	10	3		4	
Elbing	72	10	82	3	—	—	10	keine		—	
Emscher	190	4	194	6	1	—	6	2		2	Ortsgruppe der AdB gegründ.
Franken-Oberpfalz (Ortsgr. Bamberg)	747	21	768	7	—	127	9	3	Aussprachen im Anschluß an die Vorträge	2	Ortsgruppe Bamberg gegr.
Frankfurt (Ortsgr. Darmstadt)	841	9	850	10	3 (Vorst.-Sitzung)	—	9	3	2 Veranstaltung. (Vorträge) mit and. Vereinen	2	

(Fortsetzung)

Bezirksverein	Mitgliederzahl			Versammlungen		Mittlere Besucherzahl einschließlich Gäste	Anzahl der Vorträge	Anzahl der Besichtigungen	Kurse und Vortragsreihen	Anzahl der geselligen Veranstaltungen	Bemerkungen
	ordentliche	besuchende	Gesamtzahl	ordentliche	außerordentliche						
Hamburg	1096	32	1128	8	1	71	8	3	Besondere Vorträge der AdB	2	1 Sprechabend in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuß f.Anstrichtechnik u. d. Bund zur Förderung der Farbe im Stadtbild e. V.
Hannover	787	13	800	26	—	110	28	2	Schmelzschweißkursus	1	
Hessen	268	6	274	10	—	47	10	4		1	
Karlsruhe	331	7	338	15	7	befriedig.	9	3		1	3 Erörterungsabende
Köln (Ortsgr. Gummersbach)	1053	23	1076	9	—	125	9	2	Tagung über Schweißtechn. (6 Vorträge), Werkmeisterkursus, Kursus über Arbeitzeitermittlung, Schweißkurse	1	
Lausitz (Ortsgr. Bautzen, Zittau)	333	4	337	8	11	—	6	1		1	
Leipzig (Ortsgr. Gera)	792	37	829	10	—	—	9	4	Vortragsreihe der AdB (6 Abende)	1	
Lenne	334	58	392	9	—	80	13	2	Abendkurse zur Fortbildung v. Industriefacharbeitern	3	
Lübeck (Ortsgr. Rostock, Wismar)	258	10	268	7	—	32	7	2		1	2 Erörterungsabende
Mark (Ortsgr. Cottbus)	236	3	239	6	—	17	6	2		3	6 Erörterungsabende
Magdeburg	472	15	487	16	—	66	13	keine		3	
Mannheim	800	11	811	11	—	—	9	15*	Schweißkurse zusammen mit dem Verband für autogene Metallbearbtg.	3	*Hauptversammlung des V. d. I.
Mittelrhein	154	3	157	4	—	—	15	2	1 Fortbild.-Kurs.	1	
Mittelthüringen	445	10	455	10	—	57	11	3		1	Tagung für Maschinenelemente
Mosel	103	6	109	8	1	27	10	4		1	
Niederrhein (Ortsgr. Krefeld-Ürdingen, M.-Gladbach-Rheydt, Neuß)	1137	35	1172	10	—	175	10	4	Vorlesungskurse, Schweißkurse	1	
Oberschlesien	398	3	401	9	—	—	9	keine		—	
Österreich. Verband (Ortsgr. Steyr)	631	8	639	—	1	—	19	4	1 Vortragsreihe: Gestalten und Erfinden	1	3 Erörterungsabende
Osnabrück	155	4	159	8	1	—	8	2	Refakursus	—	Filmvorführungen
Ostpreußen	151	2	153	15	10	1. Hlbj. 21 2. Hlbj. 15	11	2		2	
Pfalz-Saarbrücken (Ortsgr. Zweibrücken, Kaiserslautern)	406	6	412	10	—	—	10	2		—	
Pommern	363	24	387	9	—	66	9	1		3	
Rheingau	263	4	267	—	—	—	10	3		3	
Ruhr	989	21	1010	11	—	—	11	1		—	„Haus der Technik" und seine Vorträge unterstützt
Sachs.-Anhalt (Ortsgr. Cöthen, Staßfurt-Leopoldshall)	303	13	316	8	1	—	10	2		2	
Schleswig-Holstein	301	31	332	7	—	im allgemeinen gut besucht	7			2	
Siegen	179	1	180	10	1	—	10	1	Schweißkursus	1	
Teutoburg	181	4	185	9	—	36	6	keine		—	2 Erörterungsabende
Thüringen	464	11	475	—	—	—	6*	6		3	* zusammen mit der Elektrotechnischen Gesellschaft
Unterfranken (Ortsgr. Schweinfurt)	174	12	186	6	11	60	9	4		3	
Unterweser	130	4	134	7	—	—	7	1		3	
Westfalen (Ortsgr. Hamm, Münster)	723	41	764	10	—	130—140	18	2		3	
Westpreußen	148	5	153	8	—	—	8	1		3	
Württemberg (Ortsgr. Reutlingen, Heilbronn, Heidenheim, Ulm)	1338	37	1375	9	—	—	10	4		2	
Zwickau	239	5	244	8	—	40	9	—		2	
Argentinien	61	—	—	—	1	—	3	3		2	Vortrag Dr. Eckener
China	54	—	—	—	—	—	4	2		mehrere	

so doch jedenfalls mehr als früher Themen anzutreffen, in denen wirtschaftliche Dinge, Rechnungswesen, Selbstkosten u. dergl. behandelt werden.

Wenn so Fragen der Betriebstechnik in des Wortes weitester Bedeutung allenthalben vermehrte Aufmerksamkeit gefunden haben, so durften demgegenüber die wichtigen Fragen, die den Konstrukteur angehen, nicht vernachlässigt werden. Es liegt nahe, daß nur dort wirtschaftlich zu fertigen möglich ist, wo schon bei der Konstruktion auf die Anforderung der Fertigung gebührende Rücksicht genommen wird. So entstanden Vortragsreihen über den Einfluß der Fertigung auf die Gestaltung. Eine Sammlung „Werkstattgerechtes Konstruieren" ist im Entstehen begriffen, und in einer großen Zahl von Bezirksvereinen ist über dieses Thema gerade im letzten halben Jahr berichtet worden.

Verhältnismäßig wenig Beachtung haben bei den Bezirksvereinen die Arbeiten der wissenschaftlichen Ausschüsse gefunden, die sich mit mehr oder weniger akademischen Fragen befassen. Hierzu wären zu rechnen z. B. die Festlegung von Begriffen und Zeichen in der Strömungswissenschaft, die Sammlung von Funktionentafeln, die Verhandlungen über Entwicklung der Getriebelehre, der Maschinenteile u. dergl.

Endlich mögen noch zwei Gebiete Erwähnung finden, die in jüngster Zeit aufgegriffen worden sind, das Gebiet „Kunst und Technik", auf das die Aufmerksamkeit durch die für die Hauptversammlung in Essen geplante Ausstellung gelenkt worden ist, und das Gebiet „Technik und Heim", das in einer großen Ausstellung in München im Sommer d. J. in umfassender Weise eine würdige Behandlung finden wird.

Im einzelnen umfaßten die Vorträge in den Bezirksvereinen folgende Fachgebiete (in Klammern die Zahlen für 1926/27: Arbeitsmaschinen 8 (10), Astronomie 4 (7), Auslandfragen 19 (13), Bauwesen 16 (20), Berg- und Hüttenwesen 12 (12), Betriebstechnik und Betriebswissenschaft 30 (32), Brennstoffe 5 (14), Dampfkessel und Feuerungen 16 (15), Dampfmaschinen und -turbinen 3 (9), Elektrotechnik (Stark- und Schwachstrom) 18 (20), elektrisches Nachrichtenwesen 5 (2), Förderwesen 14 (10), Gas- und Wasserversorgung 8 (5), Geschichte 9 (10), Gesundheitstechnik 3 (3), Ingenieurfragen 5 (6), Kältetechnik 2 (1), Kraftmaschinen und Kraftanlagen 9 (22), Landwirtschaft 2 (1), Lichttechnik 1 (6), Maschinenteile und Getriebe 8 (3), Mathematik und Mechanik 9 (1), Meßtechnik 8 (9), Normung 9 (9), Physik und Chemie 5 (10), Psychotechnik 1 (2), Recht und Verwaltung 11 (1), Schiffbau 4 (1), Schweißtechnik 11 (2), Selbstkostenwesen 3 (1), Soziales 2 (3), Textilindustrie 2 (2), Unfallverhütung 1, Unterricht und Erziehung 3 (9), Verarbeitende Betriebe 8 (14), Verkehrswesen (Eisenbahn, Kraftwagen, Straßenbahn, Luftfahrt, Schiffahrt) 46 (21), Wärmewirtschaft 9 (22), Wasserwirtschaft 5 (8), Werkstoffkunde 37 (10), Werkstoffprüfung 10 (11), Wirtschaft 14 (8), Verschiedenes 43 (20).

Im Laufe des Jahres erhielten die Bezirksvereine 36 Rundschreiben vom Gesamtverein, die zum größten Teil Vorlagen zur Beratung in den Mitgliederversammlungen enthielten. In der Hauptsache betrafen diese Rundschreiben:

Änderung der Satzung und Geschäftsordnung des Gesamtvereines,
Berichterstattung über das Leben in den Bezirksvereinen,
Berufs- und Standesfragen,
Fragen des Patentwesens,
Stärkere Zusammenfassung der technisch-wissenschaftlichen Vereinsarbeit,
Zahlung eines Beitrages der Mitglieder zur Ingenieurhilfe,
Überweisungen des Gesamtvereines an die Bezirksvereine,
Zuziehung der Techniker zum Auslandsdienst.

Im Mittel haben sich auf diese Rundschreiben von 51 Bezirksvereinen 40 oder rd. 80 vH geäußert. Einige Rundschreiben, die den Bezirksvereinen nur zur Kenntnis und Bekanntgabe in den Mitgliederversammlungen zugesandt waren, betrafen Mitteilungen über technisch-wissenschaftliche Tagungen und die Herausgabe technisch-wissenschaftlicher Bücher.

Die von den Bezirksvereinen eingereichten Anträge, die im Vorstandsrat beraten wurden, betrafen:

Franken-Oberpfalz: Festsetzung des Beitrages für die im Laufe des Jahres eintretenden Mitglieder und Festsetzung des Eintrittsgeldes für besuchende Mitglieder (§§ 12 und 13 der Satzung).
Frankfurt: Veröffentlichung gedruckter Jahresberichte der Bezirksvereine in der VDI-Zeitschrift.
Hamburg: Stärkere Zusammenfassung der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereinsarbeit und Verminderung der Zahl technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften.
Hannover: Geschäftsgang beim Reichspatentamt.
Pfalz-Saarbrücken: Beitrag der Mitglieder für die Ingenieurhilfe.
Teutoburg: Techniker im Auslandsdienst.

Außerdem wurde die vom Mittelrheinischen Bezirksverein gegebene Anregung auf Schaffung eines neuen Vereinsabzeichens, das von den Mitgliedern dauernd getragen werden kann, in den Bezirksvereinen beraten; die Aussprache hierüber soll in der diesjährigen Versammlung des Vorstandsrates stattfinden.

Die Übersicht auf S. 834/35 faßt die Mitgliederbewegung und die Tätigkeit in den Bezirksvereinen zahlenmäßig zusammen. [V 1585]

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 16. JUNI 1928 Nr. 24

Naturwissenschaft und Technik

Von R. Plank, Karlsruhe

Vorgetragen in der 67. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Essen am 10. Juni 1928.

Allgemeine Problemstellung. — Intuition und Systematik. — Die technische Mathematik. — Die technische Physik. — Die technische Chemie. — Die technische Biologie. — Industrie und Hochschule. — Technik und Kultur.

Allgemeine Problemstellung

Als mir der Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure den Vorschlag machte, in der diesjährigen Hauptversammlung, im Herzen des deutschen Industriegebietes, das Thema „Naturwissenschaft und Technik" zu behandeln, hatte ich im ersten Augenblick das Gefühl, damit nur offene Türen einzurennen. Mir schien, daß man nirgends klarer als an dieser Stelle erkannt haben muß, daß alle Technik auf naturwissenschaftlicher Erkenntnis aufgebaut sei und daher die Beherrschung der Naturwissenschaften die erste und wichtigste Voraussetzung für jede erfolgreiche Ingenieurtätigkeit sein müsse.

Als ich aber über dieses Thema länger nachgedacht hatte, wurde es mir klar, daß heute noch auf sehr vielen Gebieten der Technik, die sich für eine systematische Behandlung durchaus eigneten, die reine Empirie und das praktische Gefühl eine beherrschende Rolle spielen und die wissenschaftliche Forschung noch kaum Eingang gefunden hat; ich brauche hier in diesem Zusammenhang nur das große Gebiet der landwirtschaftlichen Maschinen zu erwähnen, um die sich die technische Wissenschaft noch so gut wie gar nicht gekümmert hat. Aber auch andre Gebiete, z. B. der Bergbau, die Textilindustrie, die Zellstoffindustrie, die Lebensmittelkonservierung haben noch nicht im entferntesten die Vorteile erschöpft, die ihnen durch zielbewußte Forschungsarbeit zuteil werden könnten; auch hier herrscht der Praktiker noch vielfach unumschränkt und die Bewilligung von Mitteln zur Ausarbeitung neuer rationeller und wissenschaftlich einwandfreier Verfahren und Arbeitsweisen wird nur zu oft als unproduktiv abgelehnt, wenn der wirtschaftliche Erfolg nicht in kurzer Zeit verbürgt werden kann. Vielfach wird das systematische Mittel der wissenschaftlich kritischen Forschung nicht als der natürliche, primäre Weg erkannt, sondern erst dann beschritten, wenn der wirtschaftliche Zwang es gebietet, wenn man eingesehen hat, daß die rein empirischen Verfahren wohl zu einem Teilerfolg, nicht aber zu einer technischen Höchstleistung führen können.

Ferner scheint es mir, daß bei der Behandlung des Verhältnisses der Naturwissenschaft zur Technik weniger das „Ob" als das „Wie" in den Vordergrund gerückt werden muß. Grundsätzlich besteht wohl in keinem Fall ein Zweifel darüber, ob die naturwissenschaftliche Erkenntnis bei der Behandlung technischer Probleme von Nutzen sein kann. Dagegen liegen die Schwierigkeiten und Mißverständnisse in der Art der Anwendung und in der Anerkennung des gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisses; hier gehen die Ansichten der Theoretiker und Praktiker, der Naturwissenschaftler und der Ingenieure oft weit auseinander. Es leuchtet ein, daß die hier zu behandelnden Fragen mit den Unterrichtsproblemen unserer höchsten technischen Bildungsstätten eng verknüpft sind.

Die Technik ist nicht eine bloße Anwendung der Naturwissenschaften, sondern ein durchaus selbständiges und eigenes Kulturelement. Das muß ebenso klar erkannt werden wie die Tatsache, daß die Musik keine bloße Anwendung der physikalischen Akustik ist. Die Technik steht auch nicht in einem einseitigen Abhängigkeitsverhältnis zur Naturwissenschaft; denn diese ist selbst erst aus dem Bedürfnis nach technischen Werten entstanden und wird durch die Technik dauernd und entscheidend bereichert. Die Technik vollzieht den Übergang aus dem Reich der Ideen in das Reich der sinnlichen Wahrnehmung. Sehr feinsinnig formuliert Fr. Dessauer[1]) den Unterschied zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Schöpfung: der Naturwissenschaftler entdeckt, während der Techniker erfindet. Das was entdeckt wird, ist stets schon in der Natur vorhanden gewesen (z. B. das Gravitationsgesetz, das Helium, die Energiequanten), nur blieb es uns bis zum Augenblick der Entdeckung verborgen. Dagegen beziehen sich die technischen Erfindungen ebenso wie die künstlerischen Schöpfungen auf Dinge, die es bis dahin in der Welt nicht gegeben hat (z. B. eine Lokomotive, einen Webstuhl, einen Elektromotor). Während aber die künstlerischen Schöpfungen einem ästhetischen Schönheitsideal zustreben, liegt der technischen Schöpfung das Ideal des Zweckmäßigen und für die Menschheit Nützlichen zu Grunde.

Der Geist der Technik und ihre Ziele sind jedenfalls von ganz andrer Art als bei den reinen Naturwissenschaften, deren Beherrschung für den Ingenieur zwar ein unentbehrliches Mittel ist, die er aber stets unter einem andern Gesichtswinkel betrachten wird als beispielsweise der Physiker oder der Chemiker. Dieser eigene Geist muß bereits in dem Hochschulunterricht mit aller Deutlichkeit zum Ausdruck gebracht werden, wenn man den technisch eingestellten Zuhörern den Glauben an die Notwendigkeit einer breiten naturwissenschaftlichen Ausbildung beibringen und erhalten will. Ich sehe keine unzulässige Erweiterung meines Themas, wenn ich neben den Naturwissenschaften auch das Verhältnis der Mathematik zur Technik behandle, für die die eben ausgesprochene These in ganz besonders hohem Maße gilt.

Es scheint mir am Platze, hier einige Worte zu dem Problem „Universität und Technische Hochschule" einzuschalten. In dem Kampf der Technischen Hochschulen um Gleichstellung und Gleichberechtigung, der heute wohl im wesentlichen als ausgefochten gelten kann, dürfen die Wesensunterschiede dieser beiden Lehranstalten nicht vergessen werden. Die Gleichmacherei muß bei den geistigen Eigenarten Halt machen, wenn sie nicht auf eine Schablonisierung hinauslaufen und schließlich einen Verzicht bedeuten soll. Ich glaube, daß man in der Richtung der Gleichsetzung teilweise schon zu weit gegangen ist, z. B. in der Organisation der allgemeinen Abteilungen der Technischen Hochschulen, wo man den Universitäten zu sehr nacheifert und die enge Verbindung mit der Technik nicht genügend verwertet. Der Gedanke, an eine im Industriebezirk liegenden Universität eine technische Fakultät anzugliedern, braucht deswegen nicht grundsätzlich abgelehnt zu werden, vorausgesetzt, daß man dem individuellen Charakter dieser Fakultät, wie z. B. auch dem der medizinischen Fakultät, Rechnung trägt und von vornherein ihre geistige Gleichberechtigung anerkennt. Eine

[1]) Fr. Dessauer, Philosophie der Technik, Bonn 1927, Fr. Cohen; eine neue Auflage erscheint in diesen Tagen; s. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 1.

solche Verbindung kann sogar erhebliche Vorteile haben und dazu beitragen, den Kulturwert der Technik breiteren Schichten der Gebildeten zu offenbaren.

Unzulässig dagegen scheint mir die Begründung, daß damit eine wirtschaftliche Zusammenfassung des Lehrkörpers möglich sei, weil in der Mathematik, Physik, Chemie und Mechanik die Lehrkräfte schon vorhanden seien. Bei aller Wertschätzung für diese Persönlichkeiten würde ich es als eine Katastrophe betrachten, wenn sie den Jüngern der Technik die gleichen Vorlesungen halten würden, wie den Kandidaten des höheren Lehramts. Nur ein Unterricht, der von vornherein mit Anwendungsbeispielen aus dem gesamten Gebiet der Technik durchsetzt ist, durch seminaristische Übungen belebt und von einer dem Geiste der Technik nahestehenden Persönlichkeit erteilt wird, kann die angehenden Ingenieure von der unendlichen Wichtigkeit und Fruchtbarkeit dieser Disziplinen überzeugen und ihnen über die notwendige Strenge formaler Beweise hinweghelfen.

Intuition und Systematik

Das gewaltige Gebäude der Technik ist heute in einem solchen Maß in die Breite und in die Höhe gewachsen, daß selbst ein universelles technisches Genie seine Gesamtheit nicht mehr zu überblicken vermag; sogar die Beherrschung eines Ausschnittes, wie des Maschinenwesens oder des Bauwesens, ist heute bestenfalls in enzyklopädischer Weise möglich. Für jeden, der etwas leisten will, ist es notwendig, letzten Endes ein engeres Spezialgebiet zu wählen und es möglichst vollständig zu beherrschen, um schließlich zu produktiver Tätigkeit zu gelangen.

Bei dieser, auch durch wirtschaftliche Forderungen diktierten Notwendigkeit besteht die einzige Möglichkeit der Verhütung schlimmster Einseitigkeit darin, daß man das technische Studium auf einer möglichst breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlage aufbaut, die für alle Fachrichtungen gleich ist. Diese Ausbildung wird den Ingenieuren die Möglichkeit geben, sich auch in Fachgebieten zurechtzufinden, die nicht ihr engstes Arbeitsfeld decken, vor allem aber werden sie dadurch befähigt werden, das eigene Gebiet aus höherer Warte zu betrachten, darin neue Wege zu gehen, seine ganze Tiefe, aber auch seine Begrenztheit zu erkennen. Und schließlich werden sie in der Lage sein, die künstlichen Mauern, die ihr Sonderfach von den Nachbargebieten trennen, niederzureißen und das fruchtbarste Feld der Grenzgebiete zu beackern.

Den Gefahren der Spezialisierung muß man durch ständige Synthese entgegenarbeiten; denn nur die Technik in ihrem Gesamtbild, nicht das einzelne hochentwickelte Fach, stellt einen Kulturfaktor dar, und nur die systematische Verbindung kann zur Selbstbesinnung und schließlich zu einer Philosophie der Technik führen.

Die technisch-wissenschaftliche Forschung, der gesundeste Weg für jeden technischen Fortschritt, ist nur auf mathematisch-naturwissenschaftlicher Grundlage möglich. Die Zahl der Fälle, in denen neue wissenschaftliche Erkenntnisse technische Auswertungen ermöglicht haben, ist so groß, daß es sich wohl erübrigt, hier Beispiele aufzuzählen. Dagegen wird aus dem Lager der Empiriker und Praktiker häufig der Einwand erhoben, daß zahlreiche bahnbrechende technische Neuerungen nicht auf Grund systematischer Forschung, sondern rein gefühlsmäßig, aus einem technischen Instinkt heraus geschaffen worden sind. Zweifellos hat die Phantasie und die geniale Intuition nicht nur auf künstlerischem Gebiet, sondern auch in der Wissenschaft und in der Technik eine Berechtigung; selbst die Mathematik, das Sinnbild des strengen Formalismus, lehnt die produktive Phantasie genialer Forscher nicht grundsätzlich ab. Berühmt geworden sind die Worte d'Alemberts: „Allez, Monsieur, allez, et la foi vous viendra." Der moderne Intuitionismus in der Mathematik zeigt vielleicht am deutlichsten, daß man sich auch hier auf Grenzgebieten zwischen Logik und Gefühl bewegen kann[2]).

Die größten Entdeckungen der neuen Physik — die Quantentheorie und die Relativitätstheorie — sind zweifellos intuitive Schöpfungen. Zwischen der künstlerischen und der wissenschaftlich-technischen Intuition besteht aber doch ein gewaltiger Unterschied. Während die künstlerische Intuition als isolierter, subjektiver schöpferischer Akt möglich ist und ihr Schöpfer zugleich ihr höchster, individueller Richter ist, unterliegen die Ergebnisse der intuitiven wissenschaftlich-technischen Schöpfungen der objektiven Prüfung und Kritik der Allgemeinheit. Ja, diese Schöpfungen beginnen überhaupt erst dann einen Wert zu erhalten, wenn ihnen durch die nachfolgende systematische Forschertätigkeit eine Daseinsberechtigung zuerkannt worden ist.

Mehr als in irgendeinem andern Gebiet eilt in der Technik die äußere Entwicklung der inneren Zusammenfassung voraus. Die naive Produktivität kann gelegentlich über logische Lücken zu richtigen Zielen führen und in spontanem Vorsprung eine Spitzenleistung ermöglichen. Einen Wert für die Allgemeinheit hat eine solche Leistung aber erst nach ihrer begrifflich-gedanklichen Durchdringung. Erst wenn das Neuland allseitig und systematisch erforscht ist, wenn das provisorische Gerüst durch zielbewußte Arbeit an den Fundamenten gestützt und eine festgefügte höhere Plattform geschaffen ist, wenn an Stelle des Fühlens und Glaubens das Wissen und Verstehen tritt, kann man von einem bleibenden technischen Fortschritt sprechen. Diese systematisch-kritische Arbeit kann aber wieder nur von mathematisch-naturwissenschaftlich geschulten Ingenieuren geleistet werden.

Um nur einige besonders sinnfällige Beispiele dafür zu bringen, in welch hohem Maß eine intuitive technische Schöpfung einer späteren kritischen Einzelarbeit bedarf, erinnere ich an die Geschichte der Dieselmaschine und an die schon von Wilhelm Schmidt erkannte Bedeutung des Höchstdruckdampfes; diese beiden Probleme bedürfen auch heute noch in größtem Umfang der systematischen Mitarbeit des wissenschaftlichen Ingenieurs.

Die technische Mathematik

Ein großer Teil der akademisch gebildeten Ingenieure macht bei der Ausübung seines Berufes von der höheren Mathematik fast keinen Gebrauch, und nur wenige finden Gelegenheit, sie über ein bescheidenes Maß hinaus anzuwenden. Es wäre aber meines Erachtens geradezu verhängnisvoll, wenn man aus dieser Tatsache den Schluß ziehen wollte, daß der mathematische Unterricht an den Hochschulen einzuschränken sei. Denn die Mathematik ist ein Grundelement der Bildung und Erziehung für jeden Ingenieur. Für die klare Erfassung einer Aufgabe, die logische Schärfe in ihrer Behandlung, die eindeutige Festlegung der Begriffe und die Entwicklung der Raumvorstellung ist eine gründliche mathematische Schulung unentbehrlich. Vor allem aber vermittelt sie das funktionale Denken, die Erkenntnis der gesetzmäßigen (wenn auch nicht immer analytisch darstellbaren) Abhängigkeit der einzelnen Größen und Vorgänge voneinander und den Aufbau höherer Zusammenhänge.

Bei zahlreichen Ingenieuraufgaben aus allen Gebieten des technischen Schaffens lassen sich allgemein gültige Lösungen nicht ohne weitgehende mathematische Hilfsmittel finden. Oft kann durch Versuche ein guter Anfang gemacht werden, ja der Versuch ist oft sogar ein unentbehrliches Hilfsmittel. Es ist aber meistens praktisch und wirtschaftlich undenkbar und grundsätzlich auch garnicht notwendig, so zahlreiche Versuche anzustellen, daß alle möglichen Fälle dadurch gedeckt sind. Die mathematische Formulierung der bei den Versuchsbedingungen anwendbaren Naturgesetze in Verbindung mit einigen Versuchswerten gestattet oft, auf rein rechnerischem Wege neue, allgemein gültige Beziehungen zu finden.

So liefert die höhere Mathematik denjenigen Ingenieuren, die sie anzuwenden verstehen, das bequemste Mittel zur Lösung eigener schwieriger Probleme und befähigt sie, die technisch-wissenschaftliche Literatur neuerer Zeit zu verfolgen, die oft recht weitgehende mathematische Anforderungen an die Leser stellt.

Welche Gründe sind es nun aber, die den Wirkungsgrad des mathematischen Unterrichts an den meisten technischen Hochschulen so erschreckend niedrig halten? Warum empfinden die meisten Studierenden eine grundsätzliche, beinahe organische Abneigung gegen dieses Lehr-

[2]) R. Baldus, Formalismus und Intuitionismus in der Mathematik, Karlsruhe 1924, G. Braun.

fach, und warum halten viele reife Ingenieure diese Ausbildung für verfehlt und die darauf verwendete Zeit für nutzlos? Ich verkenne nicht, daß die Ursachen dieses Versagens zum Teil schon bei den höheren Schulen liegen, die den Hochschulen vielfach ungenügend vorgebildete Menschen liefern; es ist auch nicht zu leugnen, daß die Studierenden fast ohne Ausnahme auf das notwendige Selbststudium verzichten. Die negative Einstellung ist aber ganz offenbar auch durch die Unterrichtsverfahren an den Hochschulen bedingt, die dem Geiste der Technik lange Zeit völlig fremd blieben.

Klein in Göttingen hat als erster die Kluft zwischen der reinen und der angewandten Mathematik erkannt und sie zu überbrücken versucht. Seitdem ist die angewandte Mathematik in der Achtung der Mathematiker etwas gestiegen. Zu der Erkenntnis, daß diese angewandte Mathematik für die Technik die einzig mögliche Form ist, haben sich aber erst wenige durchgerungen. Und doch ist noch ein weiterer Schritt notwendig; denn „angewandte Mathematik“ braucht auch die Physik und die Astronomie. Was wir nötig haben, ist technische Mathematik, eine innige Verflechtung mit den Aufgaben des täglichen Lebens, ein Eindringen in den Geist der Ingenieurtätigkeit. Wir brauchen sie zum Aufbau einer mathematischen Technik, die zu einer kompakten Zusammenfassung der technischen Wissenschaften und damit zu einer Theorie der Technik führen soll.

Wenn auch die Mathematik, losgelöst von jedem praktischen Zweck, ihre große eigene Bedeutung als souveräne Wissenschaft hat, so sollte man doch stets im Auge behalten, daß das mathematische Denken aus praktisch-technischen Problemen entstanden ist, aus Fragen des Messens und der Zeitrechnung. Die Mathematik darf die Verbindung mit dem Leben nicht verlieren, wenn sie nicht in rein abstrakter Form erstarren will.

In trefflicher Weise hat R. Courant, Göttingen, diesen Gedanken Ausdruck geben und die damit zusammenhängenden Gefahren gekennzeichnet[8]):

„Es wäre ein Unglück, wenn die berufenen Vertreter der Mathematik ihren Blick von diesem großen, aus den Anwendungen herauswachsenden Aufgabenkreis abgewandt halten und ihn allzu starr nach der einen Seite der Abstraktion hin richten wollten. Sie würden in einer notwendig entstehenden Reaktion durch eine anders geartete Schicht verdrängt werden, die vielleicht allzu ausschließlich nach der Seite der Anwendungen und der Zweckmäßigkeit hin orientiert ist.“

So finden wir heute auch im Lager der reinen Mathematik gelegentlich Verständnis für unsere Bedürfnisse; von diesem Verständnis bis zur Möglichkeit, in einer tatkräftigen, dem Geiste der Technik entsprechenden Weise mitzuarbeiten, ist aber noch ein langer Weg. Vor allem muß die Zahl der Vorlesungsstunden in einem gesunden Verhältnis zu den Übungen und Seminarstunden stehen. In diesen Übungen soll die unendliche Mannigfaltigkeit der mathematischen Anwendungen in der Technik gezeigt werden, und man soll sich dabei nicht scheuen, gelegentlich recht tief in technische Probleme einzudringen. Das ideale Ziel wäre, schon in diesen Vorlesungen und Übungen ein Gesamtbild der wissenschaftlichen Technik zu projizieren, das den Studierenden von vornherein den Glauben an die hohe Wichtigkeit und Nützlichkeit der mathematischen Arbeitsverfahren suggerieren würde.

Noch stärker als das Unterrichtsverfahren ist die Persönlichkeit des Lehrers für den Erfolg des mathematischen Unterrichts entscheidend. Die Zahl der Mathematiker an technischen Hochschulen, die ihre Wissenschaft in streng formaler, auskristallisierter, lebensfremder Form über die Köpfe ihrer Hörer hinweg vortragen, ist erfreulicherweise in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Die außerordentlich schlechten Unterrichtserfolge haben fast überall dazu geführt, dem Geiste der Anwendungen stärker Rechnung zu tragen.

Leider genügen aber Einsicht und guter Wille noch nicht, um den Übergang zu einem System mit ganz andrer geistiger Grundlage zu vollziehen. Was den reinen Mathematikern als äußerstes Zugeständnis erscheint, gilt für uns vielfach nur als erster Schritt auf dem Wege zur Verständigung. Nach stundenlangen Debatten erkennt man, daß man hoffnungslos aneinander vorbeiredet, nicht weil der Verständigungswille fehlt, sondern weil die beiden Weltanschauungen einander geradezu entgegengesetzt sind. Es genügt nicht, sich mit der Technik versöhnt oder ein Interesse für die Anwendungen zu haben. Man muß die der mathematischen Behandlung zugänglichen technischen Aufgaben selbst erlebt, im Strome des technisch-wissenschaftlichen Schaffens eine aktive Rolle gespielt haben, um die besonderen Eigenarten der mathematischen Bedürfnisse der Ingenieure zu verstehen und zu vertreten.

So komme ich zu der mir unabweisbar scheinenden Forderung, daß ein Teil des mathematischen Unterrichts an technischen Hochschulen von wissenschaftlich hochstehenden und pädagogisch befähigten Ingenieuren erteilt wird. Da in jeder Hochschule neben einem oder zwei Vertretern der darstellenden Geometrie, die den Anwendungen ohnehin näherstehen, zwei Dozenten für die Analysis vorhanden sind, so muß verlangt werden, daß einer von diesen die mathematischen Bedürfnisse des Ingenieurs aus eigenem Erleben kennt.

Daneben wird der reine Mathematiker keinesfalls entbehrlich. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit verschiebt sich allerdings in den Aufgabenkreis der allgemeinen Abteilung, doch sollen ihm auch bei der grundlegenden Ausbildung von Ingenieuren diejenigen Gebiete vorbehalten bleiben, in denen aus pädagogischen Gründen auf exakte Beweisführung und formale Strenge besonderer Wert gelegt werden muß. Reifere, mathematisch veranlagte Studierende der Ingenieurabteilungen und der chemischen Abteilung werden es auch stets dankbar begrüßen, wenn ihnen in höheren Semestern mathematische Sondervorlesungen von berufener Stelle geboten werden. Bei einem solchen erlesenen Hörerkreis kann der Dozent dann von ganz andern Voraussetzungen ausgehen.

Was hier verlangt wird, ist nur ein Gegenstück zu der Entwicklung, die der Hochschulunterricht in der Mechanik in den letzten Jahrzehnten erfolgreich durchgemacht hat. Es ist heute ganz selbstverständlich, daß die reine (analytische) Mechanik zugunsten der „technischen Mechanik“ stark zurückgetreten ist und von den zwei Lehrstühlen für Mechanik mindestens einer von Ingenieuren besetzt wird. Eine andre Lösung würde uns heute geradezu widersinnig erscheinen; bei der Mathematik liegen die Verhältnisse aber genau gleich.

Der mögliche Einwand, daß es noch keine geeigneten Persönlichkeiten in Ingenieurkreisen gäbe, die den mathematischen Unterricht an technischen Hochschulen übernehmen könnten, stimmt heute nicht mehr; es ist richtig, daß die Zahl dieser Persönlichkeiten sehr beschränkt ist; aber erwächst da nicht gerade für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektionen der allgemeinen Abteilungen an den Hochschulen eine äußerst dankenswerte und hohe Aufgabe, die an keiner andern Stelle besser gelöst werden könnte? Dazu müßten sich diese Abteilungen nur entschließen, die Mauern, mit denen sie sich von der Technik absperren, niederzureißen und nicht vorzugsweise ein Wettrennen mit den Universitäten zu veranstalten. Sie sollten sich der Eigenart ihrer Verbindung mit der Technik klar werden und die geistige Lücke, die zwischen den gegenseitigen Weltanschauungen klafft, zu überbrücken versuchen. Eine der edelsten Aufgaben dieser Abteilungen wäre, an der Heranbildung der zukünftigen Hochschullehrer für die Gebiete der technischen Mathematik, der technischen Mechanik und der technischen Physik entscheidend mitzuwirken.

Die Hebung des Wirkungsgrades des mathematischen Unterrichts ist jedenfalls eine der brennendsten Fragen der Ingenieurerziehung. Es handelt sich hierbei nicht um Kompetenzfragen eines Lehrstuhls oder einer Abteilung, auch nicht um einzelne Personen, sondern um ein Grundproblem, von dessen Lösung der Erfolg des ganzen Hochschulstudiums abhängt.

[8]) R. Courant, „Über die allgemeine Bedeutung des mathematischen Denkens,“ „Die Naturwissenschaften“ Bd. 16 (1928) S. 89.

Die technische Physik

Die exakten Naturwissenschaften bilden die Grundlage jeder Ingenieurtätigkeit, sie erschöpfen diese jedoch nicht. Nach Fr. Dessauer[4]) „bringt das technische Prinzip ein Ziel mit physikalischen Bausteinen auf schöpferische Weise zur Realsynthese, also in die Wahrnehmungswelt". Dieser Vorgang der Verlebendigung ist mit Forderungen verknüpft, die in den reinen Naturwissenschaften nicht in Erscheinung treten und gerade den Charakter des technischen Schaffens kennzeichnen — den Forderungen nach größter Zweckmäßigkeit. So wurde denn auch auf den Baum der allgemeinen physikalischen Erkenntnis ein blühender, lebensstarker Ast aufgepfropft, der von dem Mutterbaum genährt wird und doch sein eigenes Gepräge besitzt, die technische Physik.

Die Pflege dieses Gebietes sollte allen Ingenieuren am Herzen liegen; denn die reine Physik, die theoretische sowohl wie die experimentelle, befindet sich heute in einer Entwicklungskrise, die wohl zu den großartigsten in ihrer Geschichte gehört, und die daher alle Kräfte absorbiert. Das Interesse der Physiker konzentriert sich fast ausschließlich auf die Gebiete der Relativitätstheorie, der Quantentheorie, der Atomdynamik und der Wellenmechanik mit dem hohen Ziel, die als notwendig erkannte Versöhnung älterer, einander bisher widersprechender Theorien im Bereiche der Optik und der Elektrodynamik herbeizuführen. Dieses unermeßliche Neuland hat die Aufmerksamkeit der Physiker von den älteren, für die technische Anwendung ausgereiften Gebieten, wie der Mechanik starrer, deformierbarer und flüssiger Körper, der Wärmelehre und der Akustik, fast vollständig abgelenkt.

Diese Gebiete wurden nun von der technischen Physik aufgegriffen, und es zeigte sich, daß sie noch eine unübersehbare Fülle fesselnder offener Fragen enthielten, deren Lösung von der fortschreitenden Technik gebieterisch verlangt wurde. Aus der verständnisvollen Zusammenarbeit von technischen Physikern und Ingenieuren entwickelten sich die Forschungsstätten bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin, das Laboratorium für technische Physik in München, das Aerodynamische Institut in Göttingen, die Materialprüfungsämter, die zahlreichen Forschungsinstitute an den technischen Hochschulen des Deutschen Reiches und — last not least — die Forschungslaboratorien der großen Industrieunternehmungen.

Der Arbeit in diesen Werkstätten physikalisch-technischen Geistes und der Tätigkeit einzelner hervorragender Ingenieure verdankt man die Entstehung und Entwicklung der neuzeitlichen technischen Strömungslehre, der technischen Schwingungslehre, der Festigkeitslehre einschließlich der neuzeitlichen Werkstoffprüfung und der technischen Thermodynamik, die Erweiterung unserer Kenntnisse auf dem Gebiete des Wärmeüberganges, eine weitgehende Klärung der Reibungsvorgänge und viele andre Fortschritte.

Es ist kaum notwendig, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, welchen entscheidenden Einfluß diese Forschungen auf die ausführende Technik ausgeübt haben. Diese Aufgaben wurden sämtlich mit Verfahren und Einrichtungen gelöst, die auch dem reinen Physiker zur Verfügung standen, doch war der technische Geist notwendig, um ihre Wichtigkeit zu erkennen und um ihre Richtung und ihren Umfang festzulegen.

Neben der Mechanik und Wärmelehre hat die technische Physik von vornherein die Elektrizität und den Magnetismus in ihr Arbeitsgebiet eingeschlossen und in dem Lehrgebäude der Elektrotechnik vielleicht den stärksten Beweis für die Fruchtbarkeit des Zusammenarbeitens von Physikern und Ingenieuren geliefert. In den Forschungsstätten der elektrotechnischen Industrie und den elektrotechnischen Instituten der Hochschulen sind bahnbrechende Erkenntnisse auf den Gebieten der Schwachstrom-, Starkstrom-, Hochspannungs-, Hochfrequenz- und Lichttechnik gewonnen worden, die wichtige technische Erfindungen zur Folge hatten und neue Industrien schufen.

In die Optik und Akustik hat sich die technische Physik erst später hineingewagt, doch wird sie sich zweifellos auch hier erfolgreich durchsetzen. Die technische optische Forschung vollzog sich bisher fast ausschließlich in den Laboratorien der optischen Großindustrie; erst neuerdings ist sie in die staatlichen Forschungsinstitute aufgenommen worden. Den technisch-akustischen Problemen (Schalldämpfung, Hörsamkeit von Räumen, Horchgeräte, Signalwesen, Instrumentenbau) wird jetzt ebenfalls erhöhte und erfolgreiche Aufmerksamkeit gewidmet, und es ist nicht zu zweifeln, daß auf diesem noch wenig beackerten Forschungsgebiet reiche Ernten zu erwarten sind.

Die Physik gehört zu den wichtigsten Grundlagen der Ingenieurausbildung, der physikalische Unterricht darf sich daher nicht auf die Gebiete beschränken, die heute technische Anwendungen gestatten, sondern es muß den Ingenieuren das physikalische Weltbild in seiner Gesamtheit vermittelt werden, damit sie diese großartigste Schöpfung menschlichen Geistes uneingeschränkt auf sich wirken lassen und in sich aufnehmen können.

Neben allgemeinen erzieherischen Gründen sprechen hierfür auch rein praktische Erwägungen: denn wer weiß ob die Zertrümmerung der Atome oder die Supraleitfähigkeit der Metalle nicht schon bald bisher ungeahnte technische Anwendungsmöglichkeiten bringen wird. Man vergegenwärtige sich nur, wie plötzlich die Röntgenstrahlen zu einem der wichtigsten Hilfsmittel der Metallforschung und Werkstoffprüfung geworden sind.

Die Verwertung physikalischer Erkenntnisse zum Nutzen der Menschheit wird sich jedenfalls wesentlich beschleunigen lassen, wenn die Ingenieure die neuzeitliche Entwicklung der Physik verfolgen. Denn die Physik von heute ist die Technik von morgen, und wer seiner Zeit technisch vorauseilen möchte, wer in der Technik Prophet nud Führer sein will, muß neben den spezifischen (nicht lernbaren) technischen Fähigkeiten der Objektivierung des Geistes umfassende Kenntnisse von dem gegenwärtigen Stand der physikalischen Erkenntnis besitzen.

Die technische Chemie

Die These, daß die wissenschaftliche Forschung der kürzeste und sicherste Weg zu technischen Fortschritten ist, findet ihren stärksten Beweis in der Entwicklung der chemischen Technik in Deutschland. Die chemische Großindustrie verdankt ihre Weltstellung dem Umstand, daß ihre Werke seit mehr als einem Menschenalter in erster Linie Forschungsinstitute sind. Hier wurde mit aller Klarheit der Nachweis erbracht, daß nicht der Reichtum an Naturprodukten, sondern der menschliche Genius die Grenzen der technischen Entwicklungsfähigkeit einer Industrie bestimmt.

Deutschland hat die Rohstoffe vielfach aus dem Ausland bezogen und an ihnen Veredlungsprozesse vorgenommen, die ihren Wert verhundertfachten. Als die notwendigen Stoffe fehlten, hat die chemische Technik auf der ganzen Linie vom Bergbau bis zur Landwirtschaft durch eine großartig angelegte Synthese diese Stoffe aus den einfachsten chemischen Elementen dargestellt. Chemische Prozesse, deren Ablauf in der Natur jahrhundertelang dauert, wurden durch passende Wahl von Druck und Temperatur und in Gegenwart hochaktiver Katalysatoren mit unerhörter Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit durchgeführt. Das synthetische Ammoniak, die Kalkstickstoffverbindungen, das Metanol und die Verflüssigung der Kohle sind nur die bekanntesten und wirtschaftlich wichtigsten Ergebnisse.

Die chemische Technik bedient sich auch heute noch, wie keine andre Industrie, der wissenschaftlichen Forschung. Sie verlangt von den Mitarbeitern, die sie aufnimmt, keinerlei Spezialkenntnisse, sondern nur eine breite und gründliche naturwissenschaftliche Ausbildung, die diese Mitarbeiter befähigt, sich unter entsprechender Anleitung in kurzer Zeit in ein beliebiges Gebiet einzu-

[4]) a. a. O.

arbeiten. Daneben beschäftigt die chemische Industrie Forscher von Rang, die unbelastet durch laufende Terminarbeiten, rein wissenschaftlichen Untersuchungen nachgehen, die oft überraschend schnell zu technisch verwertbaren Erfindungen führen.

Durch solche fortgesetzten schöpferischen Akte hat sich die chemische Großindustrie eine Monopolstellung erworben, auf welche die im Konkurrenzkampf verschmachtende Maschinenindustrie mit Neid emporblickt, ohne sich indessen entschließen zu können, den bewährten Methoden zu folgen. Die Zahl der wirklich schöpferischen maschinentechnischen Unternehmungen ist erschreckend gering; solange aber nur eine geschickte Nachahmung und Nachempfindung die leitende geistige Einstellung eines Werkes ist, wird ein technisches und wirtschaftliches Emporheben über den großen Kreis der hierzu ebenfalls befähigten nicht möglich sein.

In bedauerlichem Maße herrscht heute selbst in größeren Werken der Maschinenindustrie die Ansicht vor, daß Forschung unproduktiv sei, daß Versuchsanstalten nur Geld kosten und daß die Aufgabe der Werke lediglich in der Produktion liege. Diese Politik muß in kurzer Zeit zu einem Stillstand und zu einer Katastrophe führen. Im Wettbewerb mit der Weltindustrie können wir heute nur durch geistige Mittel Vorteile erringen.

In der Chemie hat es eigentlich niemals einen ernsteren Gegensatz zwischen der reinen und der angewandten Wissenschaft gegeben. Ebenso wie die chemische Technik den hohen Rang der wissenschaftlichen Chemie anerkannt hat, so hat sich auch diese niemals gesträubt, chemisch-technische Probleme als gleichwertig in den Kreis ihrer Forschung einzubeziehen. Dieser versöhnliche Standpunkt erklärt sich vielleicht durch die Tatsache, daß die Chemie, als Lehre von den Umwandlungen der uns umgebenden Stoffe das gesamte Wirken und Schaffen des Menschen durchsetzt. Die Chemie steht daher von vornherein der konkreten, lebendigen, stoffgebundenen, auf das Zweckmäßige hinzielenden Technik näher.

So läßt sich die chemische Wissenschaft auch leichter durch die chemische Technik beeinflussen. Was in der Physik ein Ding der Unmöglichkeit wäre — die vorzugsweise Pflege des einen oder andern Gebietes, je nach den aktuellen Forderungen der Industrie — wird in der Chemie reibungslos durchgeführt. Die Blütezeit der organischen Chemie fällt mit ihrer Verwertung in der Großindustrie zusammen (Anilinfarbstoff, Arzneimittel); als sich später die industrielle Entwicklung immer stärker nach der Seite der anorganischen und besonders der physikalischen Chemie verschob, machte sich auch in der chemischen Wissenschaft bis zu einem gewissen Grade ein ähnlicher Richtungswechsel bemerkbar, um in gemeinsamer Front gemeinsame Ziele zu verfolgen.

Diese letzte Entwicklung ist insofern besonders beachtenswert, als sie das Grenzgebiet zwischen Chemie und Maschinenbau in unerwartetem Umfang erschloß. Die Apparate der neuzeitlichen chemischen Hochdruckverfahren erfordern die intensive Mitarbeit des Maschineningenieurs, der seinerseits, um die Bedürfnisse des Chemikers zu verstehen, eine weit gründlichere chemische Ausbildung braucht, als sie bisher für ihn vorgesehen war. Die chemische Großindustrie wird solche „Chemie-Ingenieure" auf die Dauer nicht entbehren können, und den Hochschulen fällt die Aufgabe zu, für deren geeignete Ausbildung Sorge zu tragen. Amerika ist uns in dieser Richtung vorangegangen; an zahlreichen amerikanischen Universitäten findet man besondere Abteilungen für Chemieingenieure.

Die Befürchtung, daß damit dem „Spezialistentum" Vorschub geleistet werde, ist auf alle Fälle unzutreffend und durch entsprechende Gestaltung der Lehrpläne stets zu vermeiden. Eine Ausbildung, die sich auf zwei Grundgebiete stützt — die Chemie und den Maschinenbau —, kann nie enger sein, als es bei der reinen Chemie oder dem reinen Maschinenbau der Fall ist. Die Fülle der Probleme, die die technische Chemie dem Maschinenbau bietet und die sich auf den Bergbau, das Hüttenwesen, die Gas- und Brennstoffindustrie, die Keramik, die Glasindustrie, die Nahrungsmittelindustrie, die Landwirtschaft usw. erstreckt, verbietet es von vornherein, den Chemieingenieur als engen Spezialisten auszubilden.

Aber auch abgesehen von der Ausbildung solcher Chemieingenieure sollte der Chemie im Lehrgang eines jeden Ingenieurs, sowohl des Maschinen- wie auch des Baufaches, eine wichtigere Stellung eingeräumt werden, als es heute durchschnittlich der Fall ist. Denn die Chemie ist ebenso wie die Physik eine notwendige Grundwissenschaft für jeden Ingenieur und darüber hinaus für jeden gebildeten Menschen.

Die technische Biologie

Wenn man im Zusammenhang mit den hier behandelten Fragen die Biologie erwähnt, so kann es zunächst scheinen, als sei dies nur in einem gewissen Abstand von der Mathematik, der Physik und der Chemie zulässig. Ich will versuchen, nachzuweisen, daß der bisher eingehaltene Abstand nicht gerechtfertigt erscheint und die Kenntnis der Grundlagen der Biologie den Gesichtskreis der Ingenieure wesentlich erweitern und die Gefahren der einseitigen Fachausbildung mildern könnte.

Zunächst muß festgestellt werden, daß die Biologie sich ganz zielbewußt von einer beschreibenden zu einer exakten Naturwissenschaft entwickelt. Sie bedient sich nicht nur in steigendem Maße der mathematischen Analyse, sondern stellt ihr sogar neue lebendige Aufgaben. Darüber hinaus weist aber die Biologie zahlreiche Berührungspunkte mit der Mechanik, der Physik und besonders mit der Chemie auf, wobei gewisse Grenzgebiete, wie z. B. die Kinematik organischer Gelenke, die Osmose, die physiologische Optik, die Kolloidchemie, die Enzymforschung, die Katalyse u. a. geradezu stetig vom Physikalisch-Chemischen zum Biologischen überleiten.

So ist es nicht verwunderlich, daß die Biologie auch in ein enges Verhältnis zur Technik treten mußte, und daß es ein breites, aber noch wenig erforschtes Grenzgebiet gibt, das man als „technische Biologie" oder „Biotechnik" bezeichnet. Dieses Grenzgebiet wird von dem Biologen Prof. Dr. A. Hase, Berlin-Dahlem, wie folgt charakterisiert[5]):

„Die angewandte Biologie ist die Wissenschaft von Lebewesen, die zu unserer Wirtschaft und der zeitgemäßen Lebensführung, einschließlich der Volksgesundheit, in wesentliche Beziehung treten. Die angewandte Biologie soll zu einer technischen Biologie werden, d. h. technische Gedankengänge und Methoden sollen diesen Zweig der Biologie erfüllen. Darin liegt ferner, daß wirtschaftliche und organisatorische Fragen zu berücksichtigen sind. Zielbewußtes Erforschen und Regulieren von Naturprozessen sowie das Erfinden neuer Kombinationen soll die technische Biologie (Biotechnik) auszeichnen. Was der Biologe zergliedert, was der Naturforscher an biologischen Regeln gefunden, setzt zu gewollten Zwecken der Biotechniker zu neuem Wirken wieder zusammen."

Es sollen hier nur einige der wichtigsten Anwendungsbeispiele genannt werden: In das Gebiet der Biotechnik gehört das gesamte Gärungsgewerbe, also die Brotbäckerei, das Brauwesen, die Weinbereitung und die Käserei, deren maschinell-apparative Einrichtungen oft sehr umfangreich und eigenartig sind. Ferner zählt hierzu die gesamte Konservenindustrie, und darüber hinaus das ganze Lebensmittelgewerbe und die Landwirtschaft. Außerdem gehören zur Biotechnik die hygienischen und sanitären Anlagen, wie z. B. die Wasserversorgung, die Kanalisation, biologische Filter, Heizungs- und Lüftungsanlagen sowie die Einrichtungen von Krankenhäusern, Desinfektionsanstalten und Serumwerken. Ein weiterer Schritt führt zur medizinischen Technik, zu den chirurgischen Instrumenten und den Prothesen. Schließlich muß in diesem Zusammenhang noch das große Gebiet der Schädlingsbekämpfung erwähnt werden.

Wer beispielsweise Gelegenheit hatte, eine moderne amerikanische Fabrik zahnärztlicher Instrumente und Einrichtungen zu besuchen, wird über die Fülle der hier gelösten und noch zu lösenden technischen Fragen erstaunt

[5]) A. Hase, Die Bedeutung niederer Temperaturen in der Biologie, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Bd. 35 (1928) S. 40.

sein. Als weiteres Beispiel aus meinem eigenen Arbeitsgebiet möchte ich die Kältetechnik erwähnen; wer sie nur von der physikalischen und maschinentechnischen Seite kennt, also nur die Kälteerzeugung in Betracht zieht, bewegt sich in einem engen Spezialgebiet. Sobald man aber die Kälteverwendung in den Kreis seiner Tätigkeit aufnimmt, betritt man ein unerschöpfliches Forschungsfeld.

Die Bestimmung der günstigsten Luftverhältnisse für die Konservierung schnell verderblicher Lebensmittel, wie Fleisch, Fische, Obst, Gemüse, das Verhalten tierischer und pflanzlicher Gewebe beim Gefrieren, die Herstellung keimfreien Kunsteises und ähnliche Aufgaben rollen eine so große Zahl biochemischer, bakteriologischer, hygienischer und histologischer Fragen auf, daß ein erfolgreiches Arbeiten auf diesem biotechnischen Gebiet nur bei engster Zusammenarbeit von Ingenieuren und Biologen möglich ist. Daß dieses Gebiet aber auch rein maschinentechnisch außerordentlich interessant und vielseitig ist, wird jeder zugeben, der die Einrichtungen eines großen Schlachthauses, einer Großbrauerei oder einer modernen städtischen Milchzentrale kennt.

So scheint es mir notwendig, auch die technische Biologie in den Kreis der für den Ingenieur grundlegenden Naturwissenschaften einzubeziehen[5a]). Neben den erwähnten praktischen Gründen sprechen hierfür auch noch ideelle Gesichtspunkte: während nämlich das Studium der Physik erkenntnistheoretische Fragen aufrollt, berührt die Biologie Fragen der Weltanschauung, denen wir uns nicht verschließen dürfen, wenn wir die Technik als Kulturproblem betrachten wollen.

Industrie und Hochschule

Die Technischen Hochschulen haben die Aufgabe, der Industrie geistige Kräfte zuzuführen, die befähigt sein sollen zu folgerichtigem technisch-wirtschaftlichem Denken, zu verantwortungsbewußtem Handeln und zur Schaffung neuer, zweckdienlicher Werte. Sie sollen Führereigenschaften besitzen, nicht auf Grund eines Diploms, nicht erfüllt von eitlem Klassenbewußtsein, sondern gestützt auf die in intensiver Arbeit erworbenen Kenntnisse, auf ihre ethischen Anschauungen und ihre Charaktereigenschaften. Sie sollen nicht einseitige Fachleute, sondern ganze Menschen sein, und selbst in engeren Wahlfächern weniger Spezialwissen als allgemeine grundlegende Kenntnisse erworben haben. Die Industrie darf im allgemeinen nicht verlangen, daß ein Diplomingenieur vom ersten Tage seiner Anstellung das spezielle, ihm zugewiesene Arbeitsgebiet im einzelnen beherrscht; das werden Absolventen reiner Fachschulen oft besser können. Es muß ihm vielmehr eine gewisse Einarbeitungszeit unter Anleitung älterer, erfahrener Praktiker zugestanden werden, nach deren Abschuß man berechtigt ist, an ihn höhere Anforderungen zu stellen und von ihm die Lösung schwierigerer rechnerischer, konstruktiver, experimenteller und organisatorischer Aufgaben zu verlangen, als sie im Durchschnitt Fachschulabsolventen zugemutet werden.

In der Auswahl und Behandlung qualifizierter Mitarbeiter sollte die Maschinen- und Bauindustrie dem erfolgreichen Beispiel der chemischen Großindustrie folgen, die nicht nur Naturprodukte in veredelte Fertigfabrikate umwandelte, sondern auch die in der akademischen Jugend aufgespeicherten wertvollen geistigen Rohstoffe — und viel mehr werden die Hochschulen in vier Studienjahren kaum liefern können — mit traditionellem Forschergeist erfüllte, sie mit reichen Erfahrungen versah, zu leitenden Persönlichkeiten ausbildete und sie dann zu einem Teil in Form von Universitäts- und Hochschullehrern der Wissenschaft zurückgab.

Es scheint mir durchaus recht und billig, daß der Industrie, die sich diesen Geist zu eigen macht, ein breiter Einfluß auf die Ausbildung des akademischen Nachwuchses in engster Fühlung mit den Hochschulen und ihren Verwaltungen eingeräumt wird. Dagegen müssen sich die Hochschulen nach wie vor mit größter Vorsicht gegenüber den oft wechselnden, von reinen Konjunkturströmungen beeinflußten Wünschen der Industrie verhalten. Die Worte, die Grashof vor mehr als 60 Jahren geprägt hat, gelten auch heute noch:

„Die Schule darf nicht im Schlepptau des praktischen Bedürfnisses, sondern soll diesem möglichst voraus sein. Die von der Schule gewahrte wissenschaftliche Ausbildung soll nicht nur den Anforderungen der Technik in ihrer augenblicklichen Entwicklungsphase, sondern möglichst bis zu dem Zeitpunkt genügen, in welchem der von ihr gebildete Techniker nach einem Menschenalter von der Bühne seiner Tätigkeit abtreten wird."

Verfolgt man die Entwicklung der Hochschulen in den letzten Jahrzehnten, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die verschiedenen Hochschulreformen weniger aus dem Bedürfnis nach innerer geistiger Erneuerung als zur Bekämpfung einer zu gefährlicher Stärke angewachsenen und als einseitig erkannten Richtung eingeleitet wurden. Im Kampfeifer wurden dabei nicht nur die Auswüchse, sondern auch die unentbehrlichen Grundpfeiler der alten Richtung niedergerissen und auch auf dem neuen Wege vor Extremen nicht Halt gemacht, bis eine andere Strömung wieder die Übermacht gewann.

Dabei ergibt sich eine deutliche Periodizität, man bewegt sich in einem Circulus vitiosus, und etwas andres ist selbstverständlich auch gar nicht möglich: denn die Technik kann auf die Dauer den Theoretiker ebensowenig wie den Praktiker entbehren, sie braucht den Berechnungsingenieur, den Konstrukteur, den Prüffeldingenieur, den Betriebsmann und den Wirtschaftler. Nur eine gleichmäßige Pflege des Gesamtkomplexes aller in der Technik vertretenen Richtungen kann den Inhalt eines gesunden Hochschulprogramms bilden.

Daher möchte ich auch meine Ausführungen nicht als einseitige Propaganda zugunsten einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Spezialausbildung verstanden wissen, sondern nur als Mahnruf, daß die exakten Naturwissenschaften die Grundlage allen technischen Denkens bilden und daß ihre Beherrschung daher eine Voraussetzung für ein fruchtbares Arbeiten in allen Richtungen des technischen Schaffens darstellt. Lücken in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung können erfahrungsgemäß im späteren Berufsleben am allerschwersten ausgefüllt werden. Darüber hinaus ist aber jede Fachrichtung gleich wichtig, wenn es mir auch durchaus zulässig erscheint, daß je nach der Zusammensetzung des Lehrkörpers an einer Hochschule die eine oder die andere Fachrichtung stärker betont wird. Jede Hochschule kann dadurch ihr eigenes Gepräge erhalten und in einzelnen Lehrgebieten eine Spitzenausbildung ermöglichen.

Niemals aber wird die quantitative Fülle des gebotenen Lehrstoffs, sondern stets nur die Qualität des Unterrichts den Ruf und den Erfolg der einzelnen Hochschulen bestimmen. Daher werden stets die Persönlichkeiten der akademischen Lehrer für das Format der Hochschulen maßgebend sein. In der richtigen Auswahl solcher Persönlichkeiten, die in gleichem Maße Forscher und Lehrer, Theoretiker und Praktiker, Fachleute und ganze Menschen sein sollen, liegt die höchste Verantwortung der Selbstverwaltung der Hochschulen. An den schönsten und freiesten aller Berufe müssen die höchsten Anforderungen gestellt werden.

Ein ernstes Mahnwort möchte ich aber auch an unsere akademische Jugend richten; denn alle Bemühungen des Staates und des Lehrkörpers können letzten Endes an der ungenügenden Einsicht der Studierenden scheitern. Der Mißbrauch der akademischen Freiheit ist die größte Sünde am Geist unserer höchsten Bildungsstätten. Neben dem Besuch der Vorlesungen und Übungen muß von vornherein ein intensives Selbststudium einsetzen, um das Gehörte zu verarbeiten und zu ergänzen. Nur wer seinen frei gewählten Beruf liebt, wer in der Arbeit keinen Zwang sieht, sondern darin Befriedigung und Freude findet, wird den Pflichten und der Verantwortung des Berufes gerecht werden, aber auch an dem Glücksgefühl schöpferischer Taten teilnehmen können.

Technik und Kultur

Ich möchte meine Ausführungen nicht schließen, ohne die Frage berührt zu haben, welche Stellung der Technik im Rahmen der menschlichen Kultur zukommt. Ich stütze mich dabei auf die ausgezeichneten, von tiefer Sachkennt-

[5a]) Vergl. a. R. H. Francé, „Grundlagen und Erfolge der Biotechnik", Monatsb. d. Berl. Bez.-Ver. deutsch. Ing. 1928 Nr. 6 S. 47 u. f.

nis getragenen Ausführungen von Eberhard Zschimmer und Friedrich Dessauer in ihren grundlegenden Werken „Philosophie der Technik"[6]). Von den zahlreichen Formulierungen des Wesens und der Aufgabe der Technik erscheint mir die folgende am prägnantesten und allgemeinsten: Technik ist Schaffung zweckmäßiger Werte. Dieses Zweckmäßige und Nützliche, das den Inhalt des Technischen darstellt, ist aber grundverschieden von dem Rentablen und Gewinnbringenden, das in den Bereich der Wirtschaft gehört. Es liegt im Wesen der Technik, der Menschheit Werte zu vermitteln, die zur Entlastung von körperlicher Arbeit, zur Befriedigung materieller Bedürfnisse, zur Ausübung geistiger Tätigkeit und zur Verbesserung der Lebensführung dienen. Auf der Technik und den von ihr geschaffenen Mitteln baut sich erst die Möglichkeit einer kulturellen Entwicklung auf. Somit ist die Technik für die Kultur bereits eine notwendige, wenn auch nicht ausreichende Voraussetzung; zum Element der Kultur wird sie durch das Wunder der Verwirklichung von Gedanken, also durch die schöpferische, zweckdienende Tat.

Auf geistigem Gebiet unterscheidet man seit Kant drei Grundelemente: das Wahre (die reine Vernunft), das Gute (den kategorischen Imperativ) und das Schöne, die durch die Wissenschaft, das Sittengesetz und die Kunst vertreten sind. Diese Dreiteilung kann nicht mehr als ausreichend betrachtet werden. Wir müssen als viertes Grundelement die zweckmäßige Verwirklichung erkennen, die in der Technik verankert ist.

Ich möchte mich hier eines Gleichnisses bedienen: Nach der klassischen Physik wickelt sich das Weltgeschehen in einem dreidimensionalen Raum ab, den wir uns „anschaulich" materiell vorstellen können. Die Relativitätstheorie hat nun zu den drei reellen räumlichen Koordinaten noch eine vierte imaginäre Zeitkoordinate hinzugefügt, die in die Naturgesetze in genau derselben Form eingeht, wie die drei räumlichen Koordinaten. Aus dem dreidimensionalen geometrischen Raum entstand so die vierdimensionale physikalische „Welt". Das reale physikalische Weltbild wurde durch eine imaginäre Größe vergeistigt und auf eine bis dahin ungeahnte philosophische Höhe gebracht. In dem neuen raum-zeitlichen Kontinuum verschwanden auch die bis dahin grundsätzlichen Unterschiede zwischen Materie und Energie. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie enthält bereits dasjenige von der Erhaltung der Masse. Wir erleben die Versöhnung des Materiellen mit dem Ideellen, des Konkreten mit dem Abstrakten.

So ist auch das dreidimensionale geistige Weltbild Kants, in dem wir das Wahre, Gute und Schöne als geistige Koordinaten ansprechen können, durch Hinzufügung des Zweckmäßigen als vierter Koordinate zu ergänzen und zu verallgemeinern. Diese unumgängliche Begriffserweiterung führt zu einer Verlebendigung und damit zu einer Vermenschlichung unseres geistigen Weltbildes, also zu einer Konkretisierung des Kulturbegriffs. Aus der dreidimensionalen ideellen geistigen Welt entsteht dann die vierdimensionale menschliche Kulturwelt, in der die Technik den stetigen Übergang vom Geistigen zum Materiellen vermittelt.

Diese geometrische Hilfsvorstellung ist sehr geeignet, die unendliche Mannigfaltigkeit dieser Kulturwelt darzutun, sie zeigt aber auch die ungeheure Einseitigkeit der nur technischen Einstellung, also einer nur auf das Zweckmäßige gerichteten Spezialausbildung. Genau so beschränkt ist natürlich auch die einseitige wissenschaftliche, künstlerische oder religiöse Einstellung, selbst wenn die Leistungen in irgendeiner dieser Einzelrichtungen zu ansehnlicher Höhe emporsteigen. Je weiter man sich aber von Zuständen entfernt, die auf den „geistigen Koordinatenachsen" liegen, um so interessanter und vielseitiger werden die Gebiete. Beschränkt man sich zunächst auf die Koordinatenebenen, so erhält man sechs Grenzgebiete mit je zwei geistigen Grundelementen.

Es ist nicht meine Aufgabe, alle diese Gebiete zu analysieren; mein heutiges Thema „Naturwissenschaft und Technik" liegt auf dem Grenzgebiet des Wahren und Zweckmäßigen, das durch die technische Wissenschaft vertreten wird. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, nachzuweisen, daß sich in dieser Ebene zwei gleichwertige und ebenbürtige geistige Gebiete durchdringen und aus dieser Synthese als Produkt eine spezifische Geistesrichtung hervorgeht deren Pflege den Technischen Hochschulen obliegt. Diese Richtung kann nicht realisiert werden, wenn sich die mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildung in den Bahnen bewegt, die sich an den Universitäten bewährt haben. Die Technischen Hochschulen müssen bei aller Wertschätzung rein wissenschaftlicher Methoden die Eigenart ihrer geistigen Struktur klar erkennen und betonen.

Das Grenzgebiet des Schönen und Zweckmäßigen vertritt das Kunstgewerbe und die Architektur; es ist erfreulich festzustellen, daß die moderne Architektur sich dieser beiden Grundelemente immer stärker bewußt wird und von der reinen Ästhetik abrückt; sie gelangt so zur konstruktiven Sachlichkeit und künstlerischen Wahrheit, die in der Erkenntnis wurzelt, daß eine zweckwidrige Gestaltung niemals schön wirken kann[7]); man darf aber in dieser Richtung natürlich nicht so weit gehen, daß man die Erfüllung der Zweckmäßigkeitsforderung mit der Verwirklichung des Schönheitsideals identifiziert.

Zu noch höheren Grenzgebieten gelangt man beim Betreten der vier dreidimensionalen Geistesräume unseres vierdimensionalen Kulturbildes; ich möchte nur den Grenzraum des Wahren, Schönen und Zweckmäßigen streifen, in welchem viele Probleme des Bauingenieurs liegen. So wird man z. B. bei einer Brücke neben der zweckmäßigen Gestaltung auf eine wissenschaftlich einwandfreie Durchrechnung und auf eine schöne Form Wert legen.

Daß außerdem in allen Fällen die ethisch-sittliche Größe den Persönlichkeitswert der Menschen und die Tragweite der Probleme maßgebend mitbestimmt, liegt in dem uns innewohnenden und unserem Willen und Handeln Richtung gebenden aprioristischen Sittengesetz begründet.

Aus diesen Vorstellungen heraus möchte ich den Schluß ziehen, daß die Ausbildung der Ingenieure und die Ausübung ihrer Berufstätigkeit sich nicht in der engen Richtung des rein Technischen bewegen soll, sondern daß dabei, soweit wie irgend möglich, auch die andern Kulturelemente vermittelt und verwertet werden.

Die Vertreter der „Geisteswissenschaften" mögen aber erkennen, daß ihre bisherige Geringschätzung der Technik auf einem verhängnisvollen Nichtverstehen beruht und daß die menschliche Kultur ohne die Mittel der Technik weder entstanden wäre noch weiter bestehen kann.

Wir Ingenieure glauben an die Worte Max Eyths: „In der Technik, in diesem Ringen des Geistes mit der Materie liegt genug Idealismus, genug Poesie, um unser ganzes Zeitalter für künftige Geschlechter zu vergolden."

[6]) Eb. Zschimmer, Philosophie der Technik, Jena 1919, Jenaer Volksbuchhandlg.; Fr. Dessauer, a. a. O.

[7]) Vergl. z. B. W. Müller-Wulckow, Bauten der Arbeit und des Verkehrs, Königstein und Leipzig, Karl Robert Langewiesche; ferner Franz Schuster, Wien, Wasmuths Monatshefte für Baukunst 1927 H. 3 S. 141.

[B 1636]

Hochspannungskabel für elektrische Kraftübertragungen

Von Dr. R. Apt, Berlin

Die Ausbildung der Kabel für sehr hohe Spannungen hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, da der Ersatz der Freileitungen durch Kabel dringlich ist. — Die wichtigsten Fragen für Fabrikation, Aufbau und Prüfung der Hochspannungskabel sowie das Wesen der Kabel mit metallbelegten Adern werden dargetan. — Bedeutung der Einfachkabel für Höchstspannungen und die besonderen Erscheinungen, die bei diesen Kabeln auftreten. — Die wesentlichen Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für Prüfung in der Fabrik und nach der Verlegung sowie die Überwachung der Netze durch selbsttätige Fehlermeldesysteme.

Das Bedürfnis nach Hochspannungskabeln

Die Zuverlässigkeit und Betriebsicherheit elektrischer Kraftübertragungen auf weite Entfernungen ist in erster Linie bedingt durch die Ausgestaltung der Fernleitung. Die Freileitung, bei der zur Energieübertragung die Leitungsseile an hohen Masten geführt und durch Porzellanisolatoren gehalten werden, hat in den letzten Jahrzehnten ungewöhnliche Fortschritte gemacht. Es ist gelungen, Isolatorenketten für Übertragungsspannungen bis 250 kV auszuführen und die Strahlungsverluste an den Leitungen selbst durch Ausbildung der sogenannten Hohlseile[1]) auf ein erträgliches Maß herabzusetzen.

Dennoch haften jeder Freileitung Mängel an, die durch konstruktive Maßnahmen und weitere Verbesserungen des elektrischen Sicherheitsgrades der Isolatoren kaum beseitigt werden können. Die Freileitung ist den Einwirkungen der atmosphärischen Kräfte ausgesetzt. Elementare Ereignisse wie Wirbelstürme und starke Gewitter können sie beschädigen, und auch absichtliche Verletzungen durch Sabotageakte sind nicht ausgeschlossen. Wenn aber ein Bruch der Freileitung eintritt oder durch Zerstörung eines Isolators die Hochspannung auf den Gittermast übergeht, so können in weitem Umkreis gefährliche Verseuchungen des Erdreiches mit Hochspannung eintreten.

Bei der Führung einer Freileitung durch dichtbevölkerte Landesteile oder gar durch Städte muß daher durch zweckentsprechende Maßnahmen auf derartige Möglichkeiten Rücksicht genommen werden. Für den Luftverkehr, dessen Entwicklung unaufhaltsam fortschreitet, bilden Freileitungen Hemmnisse und ernste Gefahren.

Es war unter diesen Umständen naheliegend, daß, ähnlich wie in der Fernmeldetechnik die oberirdisch geführten Fernsprechleitungen durch Fernkabel in immer weiterem Maße verdrängt wurden, auch in der Starkstromtechnik die Forderung auftrat, die Freileitungen durch Hochspannungskabel auch für sehr hohe Spannungen zu ersetzen. Auf dem Gebiet der Hochspannungskabel-Technik hat daher in den letzten Jahren eine starke Entwicklung eingesetzt, mit dem Ziel, die höchsten Spannungen, für welche unterirdisch verlegte Kabel betriebsicher, zuverlässig und wirtschaftlich ausgeführt werden können, immer weiter zu steigern. Wenn auch diese Entwicklung bisher nicht abgeschlossen ist, so dürfte es doch an der Zeit sein, über den gegenwärtigen Stand der Hochspannungskabel-Technik unterrichtet zu werden.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1014.

Abb. 1
Einleiterkabel.

a Bleimantel
b Aderisolation
c Kupferseele

Abb. 2
Normales Dreileiterkabel mit Gürtelisolation.

a Ausfüllmasse *b* Bleimantel *c* Gürtelisolation *d* Kupferseele *e* Aderisolation

Ausbildung der Kabel für hohe Spannungen

Kabel sind ihrem m e c h a n i s c h e n A u f b a u nach ein verhältnismäßig einfaches technisches Gebilde. Die der Stromleitung dienende Kupferseele ist von der Isolierhülle umgeben, eine oder mehrere, in der Regel drei, derartige Adern werden miteinander unter Beifügung von Füllmaterial zu einem runden Kern verseilt, mit einem nahtlosen Bleimantel umpreßt und hierauf mit der Bewehrung (Armierung) umgeben, die den leicht verletzbaren Bleimantel vor mechanischen und chemischen Einwirkungen während des Transportes und der Verlegung schützen soll.

In Abb. 1 ist schematisch der Aufbau eines Einleiterkabels, in Abb. 2 der eines normalen Dreileiterkabels dargestellt, das zur Fernleitung von Drehstrom dient. Der Herstellungsgang selbst umfaßt nur wenig Arbeitstufen. Gezogene Kupferdrähte werden auf der Verseilmaschine zu einem Seil geschlagen, auf der Isoliermaschine mit Papier umwickelt, hierauf wird das umhüllte Seil nach vorheriger Trocknung in einem Tränkbottich mit Isoliermasse durchtränkt. Beim Aufbau von Drehstromkabeln werden drei Adern verseilt, hierauf wird mit der Bleipresse der nahtlose Bleimantel um das Kabel gepreßt und schließlich auf der Armiermaschine die den Bleimantel umhüllende Schutzbedeckung aufgebracht. Abb. 3 zeigt eine neuzeitliche Bleipresse, Abb. 4 eine Verseilmaschine, Abb. 5 einen Tangentialspinner zum Aufwickeln der Papierisolation.

Abb. 3
Bleipresse für Kabel, Bauart Krupp.

Der Kupferquerschnitt richtet sich nach der zu übertragenden Leistung; die Dicke des Bleimantels und der Aufbau der Bewehrung ist durch mechanische Rücksichten

bedingt. Hierfür sind, wie später noch erläutert werden wird, Vorschriften durch den Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellt worden.

Das wichtigste Glied des Aufbaues stellt die Isolierhülle dar. Von ihrer Beschaffenheit und von der einwandfreien Durchführung des Fabrikationsprozesses hängt die Güte und Lebensdauer des Kabels vorwiegend ab. Als Isolierstoff dient seit vielen Jahren ausschließlich Papier, das aus reiner Sulfitzellulose nach besonderem Verfahren hergestellt wird. 0,10 bis 0,15 mm dicke Papierbänder werden lagenweise mit Überlappung um die Kupferseele gewickelt, so lange, bis die gewünschte Gesamtdicke erreicht ist.

Papier enthält, wie alle Faserstoffe, Feuchtigkeit, und diese ist einer der schlimmsten Feinde der Isolation. Die Papierhülle wird daher zunächst so lange in Vakuumtrockenschränke gelegt, bis auch die letzten Reste der Feuchtigkeit entfernt sind. Danach kommt die Ader in Tränkgefäße, in denen unter Anwendung von Unterdruck und darauffolgendem Überdruck Isoliermassen so in die Hülle hineingepreßt werden, daß das Papier vollkommen durchtränkt und auch alle Zwischenräume zwischen den einzelnen Papierschichten von der Isoliermasse durchzogen sind.

Abb. 4
Verseilmaschine für Drehstromkabel, Bauart Krupp.

Abb. 6 zeigt mehrstöckige Vakuumtrockner gebräuchlicher Bauart. Abb. 7 und 8 veranschaulichen die Verbindung dieser Vakuumtrockner mit Oberflächenkondensator und Luftpumpe mit Unterdruck-Tränkgefäß und Tränkmassebehälter. Bei diesen Apparaten werden die Kabel in Körbe eingelegt, die dann auf Rollgestellen in die Stockwerke des Vakuumtrockenschrankes eingefahren werden. Die beim Trocknen und Entlüften entstehenden

Abb. 5
Tangentialspinner für Papierisolation, Bauart Krupp.

Abb. 6
Unterdruck-Trockenschrank, Bauart Paßburg.

Abb. 7 und 8
Mehrstöckiger Vakuumtrockner mit Oberflächenkondensator, Vakuumpumpe, Vakuum-Tränkgefäß und Behälter für Kabeltränkmasse, Bauart Paßburg.

Wasserdämpfe werden in dem Kühler niedergeschlagen und laufen in Form von Wasserstrahlen vor dem Schauglas des Kondensators ab. Wenn sich am Tropfrohr des Kondensators kein Wasser mehr zeigt, ist die Trocknung beendet. Die getrockneten Kabel werden auf ihren Körben alsdann in ein nebenstehendes heizbares Tränkgefäß gesetzt, in das die Tränkmasse unter Unterdruck in die Isolierhülle eingesaugt wird.

Ein Tränkgefäß für hohen Druck zeigt Abb. 9.

Zur Tränkung dienen mineralische Öle von bestimmten, sorgfältig festgelegten Eigenschaften, bisweilen unter Zusatz von Harz. Wie dick für eine gegebene Betriebspannung die Isolierhülle gewählt werden muß, hängt ab von der höchstzulässigen Beanspruchung des Isolierstoffes je Millimeter Schichtdicke. Die Durchschlagfestigkeit sachgemäß getränkten Kabelpapieres ist heute von der Kabeltechnik auf mindestens 30 bis 40 kV je Millimeter gesteigert worden. Man pflegt mit einem 8- bis 10fachen Sicherheitsgrad zu rechnen und läßt daher als höchste Beanspruchung im allgemeinen nicht über 4 kV/mm zu. Da das Kabel einen zylindrischen Körper darstellt, so ist die erforderliche Isolationsdicke nicht verhältnisgleich der Spannung, sie ist vielmehr nach andern Gesetzen zu berechnen. Die Grundlage hierfür bildet die sogenannte O'Gormansche Formel.

Danach tritt die stärkste Beanspruchung des Isolierstoffes unmittelbar an der Leiteroberfläche auf, Abb. 10. Als Spannungsgradient s_x bezeichnet man den Wert der im Abstand x vom Mittelpunkt des Leiters herrschenden spezifischen Beanspruchung des Isolierstoffes in V/mm. Hierfür hat O'Gorman die Formel entwickelt:

$$s_x = \frac{0{,}434\ U}{x \log \frac{R}{r}},$$

wobei

U die Spannung zwischen Leiter und Bleimantel in V,
R den Halbmesser unter dem Bleimantel in mm,
r den Halbmesser des Leiters in mm

bedeutet[1]).

Aus dieser Formel ergibt sich einmal, daß der höchste Spannungsgradient unmittelbar an der Leiteroberfläche liegt und daß der Wert dieses höchsten Spannungsgradienten von dem Leiterdurchmesser selbst abhängt. Es hat sich aber weiter ergeben, daß für die Beanspruchung des Isoliermaterials neben dem Höchstwert der Feldintensität auch noch das Gefälle dieser Feldintensität von Wichtigkeit ist. Je schneller die Feldintensität von ihrem höchsten Wert abfällt, je geringer also die Anzahl der Papierschichten ist, in denen dieser höchste Wert herrscht, um so günstiger ist unter sonst gleichen Bedingungen die Beanspruchung des Dielektrikums. Bei gleicher Isolationsdicke und Spannung fällt die maximale Feldintensität (am Umfange der Leiter) um so größer aus, je kleiner der Leiterdurchmesser ist. Zu gleicher Zeit wächst aber auch das Gefälle der Feldintensität an der gleichen Stelle. Es ist daher von vornherein zulässig, bei kleinen Leiterquerschnitten die maximale Feldintensität höher als bei großen Querschnitten zu wählen. Hieraus ergibt sich eine Modifikation der nach der O'Gormanschen Formel zu errechnenden Werte[2]).

[1]) Vergl. O'Gorman, ETZ Bd. 22 (1901) S. 485; Apt, ETZ Bd. 29 (1908) S. 161.

Abb. 10
Beanspruchung der Isolierhülle.
a Leiter b Innenkante des Bleikabels

Abb. 11
Kraftlinienverlauf im normalen Drehstromkabel.

Abb. 9
Tränkgefäß für hohen Druck, Bauart Paßburg.

Der Dicke der Isolierhülle ist eine untere Grenze gesetzt durch die mechanische Beanspruchung des Isolierstoffes, eine obere Grenze durch die Schwierigkeit, den Tränkungsprozeß bei zu großer Dicke zuverlässig durchführen zu können. Neuere Versuche haben gezeigt, daß die Durchschlagfestigkeit des Papiers, das nicht nur Träger der Tränkmasse ist, sondern auch selbst wesentlich zur Isolierfestigkeit der ganzen Hülle beiträgt, gesteigert werden kann durch eine starke Zusammendrückung und Verfestigung des Papierstoffes. Da nach der O'Gormanschen Formel die Schichten unmittelbar am Leiter am stärksten beansprucht werden und die Beanspruchung dann nach der Oberfläche der Isolierhülle hin abnimmt, kann es vorteilhaft sein, auch die Eigenschaften des verwendeten Papiers in gleicher Richtung abzustufen.

Zur Übertragung von Drehstrom sind bisher in der Hauptsache dreifach verseilte Kabel innerhalb eines gemeinsamen Bleimantels benutzt worden. Bei dieser Anordnung wird die Wirkung des magnetischen Kraftlinienfeldes nach außen nahezu völlig aufgehoben, so daß Wirbelströme im Bleimantel und eine induktive Einwirkung durch die Eisenbandarmatur verhindert werden.

Der Kraftlinienverlauf in einem Drehstromkabel, der in Abb. 11 dargestellt ist, bringt es mit sich, daß nicht nur die den Kupferleiter unmittelbar umgebende Isolierhülle, sondern auch der zum Ausfüllen des Kernes verwendete Stoff, der Beilauf oder die Zwickel, elektrisch beansprucht werden. Diese Zwickel, die vorwiegend aus Papiergarn oder Jute hergestellt werden, sind aber ein geringwertiger Isolierstoff, dessen spezifische Beanspruchungsfähigkeit geringer ist als die des um die Kupferseele gewickelten Papiers. Außerdem ist es schwierig, aus diesen Beiläufen die Luft vollkommen zu entfernen, so daß Luftblasen in den Zwickeln oder unterhalb des Bleimantels bestehen bleiben können. Wenn nun die Kabel unter dem Einfluß hoher Spannung stehen, so können in diesen Lufträumen elektrische Entladungen auftreten, die eine Ionisation der Luft und dadurch Bildung von Ozon hervorrufen, das infolge starker oxydierender Einwirkung den Isolierstoff angreift und eine langsame Zerstörung des Kabels einleitet.

Auf dieser Erkenntnis fußend, ist von Höchstädter eine Anordnung getroffen worden, die zu einem der wichtigsten Fortschritte in der Technik der Hochspannungskabel geführt hat[3]). Höchstädter umgibt die Iso-

[2]) Klein, ETZ Bd. 34 (1913) S. 850; Middleton, Dawes und Davis, Journ. Am. Inst. El. Eng. Bd. 41 (1922) S. 572.
[3]) DRP Nr. 288446.

lierhülle einer jeden Ader mit einem sehr dünnen Metallbelag, zweckmäßig einer auf Papier aufgeklebten Aluminiumfolie. Dieses dünne Metallband wird auf diese Weise mit der Isolierhülle dielektrisch verlötet. Die Isolierhülle wird nach außen elektrisch abgeschlossen und die Vorgänge in den Zwickeln oder eine etwaige Ionisation zwischen diesem Metallbelag und dem Bleimantel können auf die innerhalb des Metallbelages vorhandenen Isolierschichten keine schädigende Einwirkung mehr ausüben. Damit der Tränkungsprozeß nicht behindert wird, muß der Metallbelag perforiert sein; die sogenannte Gürtelisolation zwischen der die Adern umgebenden Isolierhülle und dem Bleimantel kommt in Fortfall. Dafür muß die Isolierhülle der einzelnen Adern verstärkt werden. Derartige Kabel, Abb. 12, werden nach ihrem Erfinder als H-Kabel oder

Kabel mit metallbelegten Adern

bezeichnet.

Aus Abb. 13 ist der Unterschied in der Feldverteilung und der Kraftlinienverlauf bei Drehstromkabeln normaler Bauart nach Abb. 11 und solchen mit metallbelegten Adern deutlich ersichtbar. Aus dem Kraftlinienverlauf ergibt sich, daß bei Kabeln ohne Metallbelegung die Zwischenräume zwischen den Adern elektrisch nicht unerheblich beansprucht werden, während durch Anwendung des Metallbelages ein radialer Verlauf der Kraftlinien und eine vollständige Feldfreiheit zwischen den Adern erreicht wird. Durch diese Anordnung werden die elektrischen Verhältnisse in den Adern des dreifach verseilten Kabels denen bei Einfachkabeln gleichgestaltet. Es war deshalb naheliegend, auch drei normale Einfachbleikabel miteinander zu verseilen und dieses Gebilde gemeinsam mit einer Armatur zu versehen.

Derartige Kabel sind zwar schon vor vielen Jahren hergestellt worden, ihre Bedeutung erhielt die Bauart jedoch erst wieder, als es sich darum handelte, sehr hohe Übertragungsspannungen zu bewältigen. Wie aus den späteren Ausführungen ersichtlich werden wird, besteht der Vorteil der Verseilung dreier Einleiterkabel gegenüber der getrennten Verlegung dieser Kabel darin, daß die Einwirkung der drei Kabelstränge aufeinander verringert und damit die Verluste herabgesetzt werden. Eine Darstellung dieser Kabelart gibt Abb. 14 wieder.

Aus Berechnungen von W. Deutsch[4]) folgt, daß die Beanspruchung der Isolierhülle an der dem Kupferleiter unmittelbar anliegenden Schicht am kleinsten ist, wenn der Kupferleiter eine glatte Oberfläche hat, und um so größer wird, je kleiner der Halbmesser der Drähte ist, aus denen sich die Leiteroberfläche zusammensetzt. Die Beanspruchung der Isolierhülle kann daher dadurch verringert werden, daß der Leiter entweder mit einem dünnen Bleimantel umpreßt wird, um ihm die Oberfläche eines glatten Zylinders zu geben, Abb. 15, oder indem man ihn mit Metallband oder mit metallbelegtem Papier umwickelt.

[4]) W. Deutsch, ETZ Bd. 32 (1911) S. 1175.

Abb. 12
H-Kabel ohne Gürtelisolation.

Abb. 13
Kraftlinienverlauf beim H-Kabel.

Erklärung zu Abb. 12:
a Bleimantel *b* Metallbelag (verstärkt gezeichnet)
c Aderisolation *d* Beilauf (Zwickel) *e* Kupferseele

Auch derartige Ausführungen sind in letzter Zeit hergestellt worden. Die Umpressung der Kupferseele mit einem Bleimantel hat gleichzeitig den Vorteil, daß bei der Tränkung des Kabels die Imprägniermasse nicht in das Innere der Kupferlitze eindringen kann. Es wird daher das lästige Austreten der Tränkmasse aus dem Kupferseil, besonders an den Endverschlüssen, verhindert.

Der Verminderung des Potentialgradienten an der Leiteroberfläche dienen weiter Konstruktionen, bei denen eine künstliche Vergrößerung der Leiteroberfläche dadurch erreicht wird, daß der Leiter als Hohlseil ausgebildet wird. Hierbei wird das Innere des Seiles in der Regel mit einem unwirksamen Isolierstoff ausgefüllt. Den gleichen Zweck erfüllten jene Bauarten, bei denen der Leiter in zwei konzentrische Teile aufgelöst wird, die durch eine gleichfalls unwirksame Schicht von Isolierstoff getrennt sind[5]). Ein Beispiel für ein derartiges Kabel ist in Abb. 16 dargestellt.

Einfachkabel für hohe Spannungen

Häufig wird die Frage aufgeworfen, bis zu welchen Höchstspannungen dreifach verseilte Kabel angewendet werden können und von welcher Spannungsgrenze an der Übergang auf drei getrennt verlegte Einfachkabel erforderlich wird. Diese Frage ist naturgemäß nicht eindeutig zu beantworten, da die Entscheidung abhängt von dem zu verwendenden Querschnitt sowie von den besonderen Verhältnissen, unter denen die Verlegung stattfindet. Im allgemeinen ist nach dem heutigen Stande der Kabeltechnik für höhere verkettete Spannungen als 60 kV die Verwendung von Dreifachkabeln nicht angebracht. Für höhere Spannungen sind Einfachkabel zu benutzen.

[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1298.

Abb. 14
Drei gemeinsam verseilte Einleiterkabel.

Abb. 15
Dreifachkabel aus drei Einzelkabeln. Die Leiter sind mit dünnen Bleimänteln umpreßt, damit ihre Oberflächen glatt und zylindrisch werden.

Abb. 16
Einleiterkabel mit geteiltem Leiter.

a Isolation *b* innere Kupferseele
c konzentrische äußere "
d Bleimantel *e* Bewehrung

Diese Richtlinie kann natürlich nur gelten für den gegenwärtigen Stand der Technik. Wenn es gelingen sollte, Isolierstoffe oder Isolierverfahren zu finden, die wesentlich dünnere Isolationen für gegebene Spannungen ermöglichen, so wird sich auch die Spannungsgrenze für die Anwendbarkeit der Dreifachkabel in entsprechender Weise verschieben. Immerhin nimmt infolge der Forderung nach immer höheren Übertragungsspannungen die Verwendung der Einfachkabel an Bedeutung zu. Es soll daher auch kurz auf die besonderen Verhältnisse, die bei der Verwendung dieser Kabel in Betracht kommen, hingewiesen werden.

Kupferleiter und Bleimantel des Einfachkabels stellen, wenn der Kupferleiter von einem Wechselstrom durchflossen wird, die Wicklungen eines Transformators dar, so daß im Bleimantel Ströme induziert werden, und zwar nicht nur Wirbelströme, die sich innerhalb des Bleimantels ausgleichen und von geringer Bedeutung sind, sondern es werden in den Bleimänteln durch die gegenseitige Wirkung der nebeneinander verlegten Kabel auch Spannungen erzeugt, die nicht unbeträchtliche Werte annehmen können. Die Höhe dieser Spannung hängt ab von der Stärke des Stromes, der in dem Kabel fließt, und von dem Abstand, in dem die Kabel verlegt werden. Für die Höhe der induzierten Spannung ergibt sich die Formel:

$$E = 2\,\pi\,n\,M\,J\,10^{-3},$$

wobei n die Frequenz in Per./s,
J der in den Kabeln fließende Strom,
M die gegenseitige Induktion zwischen Leiter und Bleimantel in mH/km bedeutet.

Für M gilt die Gleichung:

$$M = 0{,}46 \log \frac{2\,D}{e + f}\ \text{mH km}^{6)};$$

hierin bedeutet gemäß Abb. 17
D den Abstand der Kabel in cm,
e den inneren Halbmesser der Bleimäntel in cm,
f den äußeren Halbmesser der Bleimäntel in cm.

[6] Vergl. Delmar, Electric Cables, New York 1924, S. 138; Riley, Journ. Inst. El. Eng. London Bd. 65 (1927) S. 1006, auch Bulletin Schweiz. E. V. Bd. 19 (1928) S. 30.

Abb. 17
Zwei parallel verlegte Einleiterkabel.

In Abb. 18 sind die Spannungen dargestellt, die sich für ein bestimmtes Kabel für verschiedene Abstände der Kabel ergeben.

Aus diesen Verhältnissen folgt, daß bei der Anordnung getrennter Einfachkabel die Abstände, in denen die Kabel zu verlegen sind, so gering wie möglich sein müssen. Der Grenzwert, bei dem die Einfachkabel unmittelbar aneinander liegen, ist die oben beschriebene Bauart des aus drei Einfachkabeln verseilten Mehrleiterkabels. Mit Rücksicht auf die in dem Bleimantel induzierten Spannungen kann es von Vorteil sein, die Bleimäntel gegen Erde und gegeneinander zu isolieren, damit durch Übertritt der Spannung in Form eines Lichtbogens nicht Zerstörungen des Bleimantels auftreten. Hierfür ist die Verwendung einer dicht anliegenden Gummihülle vorgeschlagen worden[7]).

Ein schwieriges Problem stellt die **Bewehrung** (Armierung) bei Einfachkabeln dar. Eine Bewehrung der Kabel mit Eisenband oder Eisendraht, wie man es bei dem normalen Drehstromkabel anwendet, ist nicht möglich, da hierdurch der induktive Spannungsabfall dermaßen erhöht werden würde, daß die Kabel unverwendbar sind. Es kann daher nur entweder eine Bewehrung mit nicht magnetischem Stoff in Betracht kommen, oder man muß Vorsorge treffen, daß der induktive Widerstand auf andre Weise herabgesetzt wird. Dies kann durch Verwendung von Eisendraht mit sehr geringer magnetischer Permeabilität geschehen, oder aber indem man zwischen die Eisendrähte der Umwehrung unmagnetische Stoffe einfügt, so daß die magnetischen Kraftlinien einen großen Widerstand finden.

Abb. 18
Beziehung zwischen Abstand der Kabel und induzierter Spannung im Bleimantel.

Auf eine besondere Bewehrung kann man verzichten, wenn man die Einfachkabel in Ton- oder Holztröge einlegt und so sorgfältig mit Formsteinen abdeckt, daß Verletzungen nicht zu befürchten sind. Die Bleimäntel der nebeneinander liegenden Einfachkabel werden zweckmäßig in den Verbindungsmuffen miteinander verbunden und geerdet, damit die in den Bleimänteln induzierten Spannungen sich ausgleichen können.

Ein besonderer Vorteil bei der Anwendung von Einfachkabeln ist die Möglichkeit einer einfachen und billigen Reserve, indem dem Hauptstromkreis parallel ein viertes Einfachkabel verlegt wird, das in den Fällen in Betrieb genommen wird, in denen eines der drei Hauptkabel schadhaft wird.

Verbindungsmuffen

Alle Kabelarten können nur in beschränkten Längen hergestellt werden. Es ist daher erforderlich, die einzelnen Kabellängen durch Verbindungsmuffen zu kuppeln. Die Herstellung der Muffen ist deswegen eine besonders schwierige Aufgabe, weil an dieser Stelle die Maschinenarbeit der Kabelherstellung durch die Handarbeit des Monteurs ersetzt ist, von dessen Zuverlässigkeit und gleichmäßiger Sorgfalt die Betriebsicherheit der Muffen abhängt. Man ist deshalb bemüht, die Kabel so lang wie möglich zu machen, um die Anzahl der Verbindungsmuffen auf ein Mindestmaß herabzusetzen.

[7] Vergl. Apt, DRP Nr. 438 222.

Abb. 19 und 20
Bleiverbindungsmuffe für Dreileiter-H-Kabel für 33 kV.

a Muffenunterteil
b Muffenoberteil
c Verschlußschraube
d Dichtungsscheibe
e Lötverbindung
f Wickelstellen, bestehend aus Wickelpapier, metallisiertem Papier, Kupferlitze
g Gemeinsame Bandage, bestehend aus Wickelpapier und Kordelschnur
h Füllmasse
i Lötung

Die Schwierigkeit der Muffenherstellung wächst natürlich mit der Betriebspannung. Mit Hilfe besonderer Wickelmaschinen hat man versucht, innerhalb der Verbindungsmuffen die Isolierung der Adern etwa in der gleichen Güte aufzubringen wie beim Kabel selbst. Bei hohen Spannungen werden die Adern innerhalb der Muffen in der Regel mit Papier oder getränkten Bändern stramm umwickelt, durch Einfügung von Stegen aus Isolierstoff werden die Adern auseinandergehalten, und die Muffe wird dann mit hochwertiger Füllmasse ausgegossen. Beim Ausgießen ist die Innehaltung der richtigen Temperatur von besonderer Bedeutung, damit die Masse beim Erstarren keine inneren Hohlräume oder Lunker bildet, die erfahrungsgemäß besonders leicht zu Durchschlägen innerhalb der Muffen Veranlassung geben. Eine Muffe für dreifachverseilte H-Kabel für 33 kV ist in Abb. 19 und 20 dargestellt.

Muffen für Einfachkabel sind natürlich sehr viel leichter und betriebsicherer herzustellen als für Dreifachkabel, und auch dieser Umstand führt dazu, den Einfachkabeln bei sehr hohen Spannungen den Vorzug zu geben. Bei denjenigen Typen der Mehrphasenkabel, die aus Einfachkabeln verseilt sind, lassen sich die Verbindungsmuffen in ähnlicher Weise wie bei Einfachkabeln ausführen.

Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat schon frühzeitig das Gebiet der Hochspannungskabel in den Bereich seiner Vorschriften gezogen. In der letzten Fassung[8]), die mit dem 1. Januar 1928 in Kraft getreten ist, sind in eingehender Weise Bauvorschriften und Prüfungsmethoden für Einleiterbleikabel und Mehrleiterbleikabel bis 35 kV Spannung aufgenommen worden.

Die Prüfung der Kabel soll einmal eine Sicherheit geben, daß keine Herstellungsfehler in den einzelnen Kabellängen enthalten sind, sie soll ferner durch Prüfungen an Stichproben eine Gewähr bieten, daß das angewendete Herstellverfahren Kabel liefert, die eine hinreichend lange Lebensdauer aufweisen, und sie soll schließlich durch Prüfung an verlegten Kabelnetzen die Sicherheit der gesamten Anlage einschließlich der Verbindungsmuffen und Endverschlüsse gewährleisten.

Nach diesem umfassenden Programm werden zunächst die einzelnen Längen in der Fabrik mit einer Spannung geprüft, die etwas über der doppelten Betriebsbeanspruchung liegt. Es werden dann, um den elektrischen Sicherheitsgrad der Kabeltypen festzustellen, Durchschlagproben an kurzen, 5 m langen Stücken mit der fünffachen Betriebsbeanspruchung vorgenommen, sowie zur Prüfung der mechanischen Festigkeit und der bei der Verlegung auftretenden Beanspruchung eine Wickelprobe vorgenommen, bei der ein 5 m langes Kabelstück um einen Dorn vom 15- bis 25fachen Durchmesser des Kabels dreimal nacheinander auf- und abgewickelt wird. Nach dieser Probe muß das Kabelstück die normale Fabrikationsprüfung aushalten. Aus diesen Proben ergibt sich, daß der Sicherheitsgrad, mit dem eine Kabelanlage betrieben wird, tatsächlich mindestens so groß angenommen werden darf, wie es bei andern technischen Erzeugnissen üblich ist.

Die Lebensdauer eines Kabels ist von komplizierten Vorgängen innerhalb der isolierenden Schicht abhängig. Die wissenschaftliche Forschung[9]) hat zwar in den letzten Jahren über viele Vorgänge im Dielektrikum Klarheit verbreitet, immerhin sind die Einflüsse, die im Isolierstoff unter der Einwirkung hoher elektrischer Spannungen vor sich gehen, so verwickelt, daß sich sichere Voraussagen über die „Alterung" eines Kabels naturgemäß nicht machen lassen. Aller Voraussicht nach ist indessen die Höhe der dielektrischen Verluste von maßgeblicher Bedeutung auch für die Lebensdauer. Aus diesem Grunde sind in den Verbandsvorschriften Messungen über diese Verluste aufgenommen; ihre Höhe darf eine gewisse Grenze nicht überschreiten.

Die dielektrischen Verluste sind in gewisser Hinsicht analog der sogenannten magnetischen Hysteresis des Eisens. Ähnlich wie hier durch die wechselnde Magnetisierung Verluste auftreten, wird auch im Isolierstoff unter dem Einfluß des wechselnden elektrischen Feldes eine Erwärmung hervorgerufen, die, da sie im wesentlichen der Periodenzahl verhältnisgleich verläuft, scheinbar ebenfalls eine Art Hysteresisverlust darstellt. Diese Verluste steigen im allgemeinen mit dem Quadrat der Spannung. Es wird angenommen, daß dann, wenn der Verlust stärker als mit dem Quadrat der Spannung anwächst, Störungen im Isolierstoff stattfinden. Man hat deshalb diejenige Spannung, bei der die Verluste stärker als mit dem Quadrat der Spannung zunehmen, die sogenannte Ionisationsspannung genannt. Es ist ein weiteres Kriterium für die Güte eines Kabels, wenn diese Ionisationsspannung möglichst hoch liegt. Im allgemeinen soll sie z. B. bei einem 10 kV-Kabel nicht weniger als 14 kV betragen.

Hat man sich so über Güte und voraussichtliche Lebensdauer der einzelnen Kabellängen durch Fabrikprüfungen ein Urteil gebildet, so wird, wie vorstehend erwähnt, das verlegte Netz einer nochmaligen Prüfung unterzogen. Während die Prüfungen in der Fabrik mit Wechselstrom vorgenommen werden, ist man neuerdings in immer weiterem Umfange zur Prüfung verlegter Netze mit hochgespanntem Gleichstrom übergegangen.

Ein verlegtes Kabelnetz hat eine sehr hohe elektrische Kapazität. Ein Prüftransformator, der das Netz mit erhöhter Spannung — es wird hierfür im allgemeinen die doppelte Betriebspannung verwendet — prüfen soll, bedarf daher einer sehr hohen Ladeleistung, um die große Kapazität des Kabelnetzes aufzuladen. Hierzu wären außerordentlich große Prüfsätze erforderlich.

Diese Schwierigkeit fällt weg, wenn man zur Prüfung hochgespannten Gleichstrom verwendet. Zur Erzeugung dieses Gleichstroms benutzt man Ventilröhren mit hoher Luftleere. Derartige Umformeranlagen werden fahrbar auf Kraftwagen aufgebaut, Abb. 21 und 22, und können dann an allen Stellen des Netzes Verwendung finden.

Bei Schaltvorgängen, insbesondere beim Zu- und Abschalten einzelner Teile des Kabelnetzes, können elektrische Schwingungen auftreten, die die normale Betriebspannung um ein Mehrfaches übersteigen. Diese Schwingungen verlaufen allerdings außerordentlich kurzzeitig als elektrischer „Stoß", immerhin muß aber die Isolierung

[8]) Vorschriftenbuch des VDE, Berlin 1928, Julius Springer, Sonderdruck des VDE, 15. Aufl.

[9]) Petersen, Arch. f. Elektrot. 1912 S. 28; K. W. Wagner, ETZ Bd. 36 (1915) S. 111; Höchstädter, ETZ Bd. 43 (1922) S. 575 612, 641.

Abb. 21
Fahrbare Prüfeinrichtung.

des Kabels auch dieser Beanspruchung standhalten. Es ist deshalb eine weitere Prüfung des verlegten Kabelnetzes als sogenannte Stoßprüfung vorgesehen, bei der eine Gleichstromspannung von etwa der fünffachen Wechselstrom-Betriebspannung kurzzeitig dem Kabelnetz zugeführt wird.

Die sorgfältigen und überaus scharfen Prüfvorschriften, die unter Mitwirkung der Kabelindustrie und der als Verbraucher der Kabelnetze in erster Linie in Betracht kommenden Elektrizitätswerke vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellt worden sind, zeigen, welches Vertrauen die Industrie selbst in die Güte ihrer Kabelnetze setzt.

Überwachung der Netze

Die laufende Überwachung des Kabelnetzes ist selbstverständlich sehr viel einfacher als die der Freileitung. Sie soll sich im wesentlichen auf die fortlaufende Prüfung des Isolationszustandes erstrecken. Immerhin ist es

Abb. 22
Innenansicht einer Einrichtung zur Prüfung mit Gleichstrom von 20 kV.

erwünscht, auch über Verfahren zu verfügen, die rechtzeitig, d. h. vor Ausbildung eines Kurzschlusses, einen Fehler anzeigen, so daß das betreffende Kabelstück ausgeschaltet und untersucht werden kann.

Eine derartige Fehlermeldung gewährleistet u. a. das von Pfankuch entwickelte Fehlermeldesystem der AEG, für dessen Ausführung allerdings Kabel besonderer Bauart erforderlich sind[10]). Hierzu wird, wie aus Abb. 23 hervorgeht, der Kupferleiter mit einer Decklage aus isolierten Drähten umgeben. Durch eine Hilfsspannung wird zwischen je zwei nebeneinanderliegenden Drähten der Decklage ein kleiner Spannungsunterschied erzeugt. Die Pfankuch-Anordnung wirkt folgendermaßen:

Erfahrungsgemäß bilden sich Fehler in Kabeln, abgesehen von solchen natürlich, die durch äußere Einwirkung entstehen, in der Weise aus, daß die innersten, dem stromführenden Leiter anliegenden Lagen des Papiers zunächst verkohlen, bis die Zerstörung immer weiter nach außen fortschreitet. Wenn nun dieser Vorgang an den innersten Lagen einsetzt, wird die Isolation zwischen zwei benachbarten Drähten der Decklage aufgehoben und durch die Hilfspannung werden Relais betätigt, die den Fehlerort anzeigen.

Ausblick

Häufig ist die Frage aufgeworfen worden, bis zu welchen Spannungen sich nach dem gegenwärtigen Stande der Technik Kabel betriebsicher ausführen lassen. Die Frage kann nicht eindeutig beantwortet werden. In Amerika sind zur Zeit Einfachkabel besonderer Bauart

Abb. 23
Pfankuch-Kabel.

a Isolation des Deckdrahtes
b Leiter des " "
c Bleimantel
d Gürtelisolation
e Isolierung zwischen Decklage und Hauptleiter

bis 132 kV Spannung an kurzen Probestrecken in Benutzung[11]). Auch in Deutschland sind kürzere Strecken von Kabeln für 100 kV Spannung bereits verlegt.

Wenn man bedenkt, daß bei der Übertragung von Drehstrom durch Einfachkabel das Kabel selbst nur der sogenannten Phasenspannung standzuhalten braucht, so ergibt sich, daß für eine Drehstromübertragung mit 100 kV Spannung nur Einfachkabel für eine Spannung von 60 kV erforderlich sind. Kabel dieser Spannung können nach dem gegenwärtigen Stande der Technik wohl ohne Bedenken hergestellt werden.

Die Fernübertragung mit Kabeln bei sehr hohen Spannungen ist, wenn die Überwindung großer Entfernungen in Betracht kommt, allerdings nicht nur eine Frage der Kabelfabrikation. Die hohe Kapazität des Kabelnetzes bringt die Ausbildung sehr großer Ladeströme mit sich, und es dürfte notwendig sein, diese Ströme in irgendeiner Form zu kompensieren, da andernfalls zu große Verluste entstehen und Schwierigkeiten in der Erzeugerstation zu erwarten sind. Es wird aber zweifellos möglich sein, auch dieses Problem zu lösen, so daß mit Sicherheit erwartet werden kann, daß die Fernübertragung durch Kabel mit sehr hohen Spannungen keine Utopie darstellt, sondern zu den technischen Errungenschaften der nächsten Zukunft gehören wird.

[10]) Vergl. Rottsieper, AEG-Mitteilungen 1927 Heft 3.
[11]) Ausführliche Angaben in El. World Bd. 90 (1927) S. 734.

[B 1141]

Die Kerbe[1)]

Von Dr.-Ing. F. László, Mülheim-Ruhr.

Abhängigkeit der Konstruktionssicherheit von den unstetigen Stellen. Einfluß der Kerbe auf die Spannungsverteilung bei elastischer, bei z. T. plastischer und sonst elastischer, bei durchweg plastischer Verzerrung. Beziehungen zwischen Kerbwirkung und Tragfähigkeit der Werkstoffe bei statischer und bei Wechselbeanspruchung. Ähnlichkeit zwischen der Kerbwirkung und der Spannungsverteilung an Kraftangriffstellen.

Die Gestaltung beginnt gewöhnlich in großen Zügen die Arbeit und beendet sie, im Hinblick auf die Größenordnung der Massen, rückwärts- ·hreitend mit der Bearbeitung der kleinsten Einzel- ·eiten. Die einschlägigen Wissenschaften spiegeln ·esen Vorgang wider. So beginnt die geschichtliche ·ntwicklung der Elastizitäts- und Festigkeitslehre mit ·r Ermittlung der Spannungen prismatischer Stäbe in- ·lge von Zug-, Druck- oder Biegebeanspruchung, und ·war bei der nach unseren heutigen Anschauungen ·anchmal unzulässigen Voraussetzung eines ein- ·hsigen Spannungszustandes. Diese Art Aufgaben, ·ich wenn nicht als einachsig betrachtet, dürfte zweck- ·äßig als stetige bezeichnet werden. Es dauerte seine ·eit, bis die Gestaltung erkannte, daß die Brauch- ·arkeit und Sicherheit ihrer Gebilde bestimmt nicht ·eniger mit der Formgebung und Bemessung der ·nstetigen Stellen zusammenhängen. Maschinenschäden, ·ie wider Erwarten und regelmäßig nicht von höchst- ·eanspruchten stetigen Stellen ausgingen, boten hierzu ·numgängliche Veranlassung.

Obzwar der Begriff der Kerbe ursprünglich eine ·rtliche Querschnittverengung prismatischer Stäbe be- ·eichnet, wird er nach der gegenwärtigen Gepflogenheit ·ir jede Art Unstetigkeit der Formgebung als Kenn- ·eichen benutzt. Dies mit einigem Recht, da die Wir- ·ung der gut ausgebildeten Kerbe auf die Spannungs- ·erteilung der Größenordnung nach dieselbe ist wie die ·ner beliebigen Hohlkehle oder sonstigen mehr oder ·inder unsanften Querschnittänderung. Aus demselben ·runde besteht eine enge Verwandtschaft der Kerb- ·ellen mit den Orten der Unstetigkeit von Außenkräften ·Kraftangriffstellen). Ich beschränke mich in den Aus- ·ihrungen auf die grundsätzliche Betrachtung und Zu- ·ammenfassung der festigkeits-theoretischen und tech- ·ologischen Erkenntnisse über die Kerbfrage an der ·and einiger kennzeichnender Beispiele, und zwar im ·esonderen Hinblick auf ihre Anwendung in der Gestaltung.

Spannungsverteilung an Kerbstellen

Im vorstehenden allgemeinen Sinne ist die Kerbe eine ·bergangsstelle zwischen zwei verschiedenen Quer- ·hnittsgebieten, sie verbindet erhabene Körperstellen ·it zurücktretenden. Es ist also grundsätzlich gleich- ·iltig, ob eine Kerbe z. B. durch einen zur Längsachse ·nkrechten Sägeschnitt in die Seitenfläche eines pris- ·atischen Stabes von rechteckigem Querschnitt, ·bb. 1 und 2, oder durch die parallele Achsenversetzung ·veier Längsabschnitte eines ursprünglich durchlaufen- ·n Vollzylinders, Abb. 3 und 4, geometrisch erzeugt ·ird. Dies sei vorausgeschickt.

Auf rechnerischem Wege und durch technologische ·ersuche läßt sich nachweisen, daß die unmittelbare ·erbwirkung in der verhältnismäßigen Verformungsver- ·inderung der erhabenen Stellen (*abc*, *def* oder 123 ·d 456 in Abb. 1 und 3) und in einer entsprechenden ·erformungsverdichtung an den anschließenden zurück- ·egenden Körperabschnitten (*cd* oder die Bereiche ·n *r* in Abb. 1 und 3) besteht, und zwar sowohl im ·ll elastischer als auch plastischer Verzerrung. Mit ·ner gesteigerten Verformung ist, von der langsamen ·anspruchung vollständig plastischer Stoffe abgesehen, ·weils eine entsprechende Spannungssteigerung ver- ·nden; außerdem sind jeder Verformungsbehinderung, ·ich bei vollplastischen Stoffen, entsprechend gerich- ·te neue Spannungskomponenten zugeordnet.

Da die Hemmungen der Abschnitte *abc*, Abb. 1, usw. ·lseitig sind, so entsteht in dem gehemmten Bereich der Kerbstellen, z. B. auch wenn die betrachteten Stäbe durch beiderseits weit entfernte Kräftepaare in der x, y-Ebene gebogen werden, bei großen Verformungen ein merklich ausgeprägter dreiachsiger und u. U. sehr hoher Spannungszustand. In vielen Sonderfällen, in denen ein gewisses Mißverhältnis der Stababmessungen, gegebenenfalls durch kleine Verzerrungsgrade begünstigt, die Vernachlässigung der dritten Spannungskomponenten nahelegt, gewährleistet jedoch die ebene, zweiachsige Behandlung der Kerbaufgaben eine überaus reichliche Genauigkeit. Sinngemäß gilt dies für jede Art der Unstetigkeit der Körperform.

Mathematische Ergebnisse

Im Schrifttum findet man zahlreiche beachtenswerte rechnerische Spannungsbestimmungen für gekerbte Körper. Im allgemeinen ist besonders die größte Spannung oder Anstrengung von Interesse. Aus der Fülle der bekannten Berechnungen sei vor allem an die von Kirsch, Stodola, Grübler, Leon und A. Föppl erinnert.

Abb. 1 bis 6
Gekerbte Stäbe.

Kirsch[2)] untersucht eine unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe unter einachsigem Zug in ebenem Spannungszustand. Die größte Spannung entsteht tangential am Lochrand in Richtung der Zugkraft als das Dreifache der sonstigen durchschnittlichen Spannung.

Stodola[3)] und Grübler[4)] verdanken wir die Spannungsbestimmung an gelochten runden Scheiben, die durch eigene Fliehkräfte oder durch radiale Zugkräfte am Außenrand beansprucht sind. Die größte Spannung entsteht tangential am Lochrand als mindestens das Doppelte jener in der Mitte einer ungebohrten Scheibe. Verwandt mit dieser Aufgabe ist wohlbemerkt der dickwandige Hohlzylinder unter Innendruck: Spitzenwert der Beanspruchung ebenfalls als tangentiale Zugspannung am Lochrand.

Leon und Pöschl haben die Kirschschen Betrachtungen auf elliptische Löcher in Platten, auf Hohlräume in Körpern und auf Außenkerben an prismatischen Stäben erweitert.

Im 5. Band seiner Technischen Mechanik[5)] untersucht A. Föppl, weiterhin Willers, in einer Göttinger Dissertation, die Verdrehungsspannungen einer ab-

[1)] Vorgetragen in der Werkstofftagung am 28. Oktober 1927, Reihe 19, ·rtragsreihe der Ges. f. angew. Mathematik u. Mechanik.

[2)] Vergl. Z. Bd. 42 (1898) S. 797.
[3)] Vergl. Z. Bd. 47 (1903) S. 51.
[4)] Vergl. Z. Bd. 50 (1906) S. 535.
[5)] Leipzig 1922. S. 192.

Abb. 7 und 8
Verdrehte Welle nach A. Föppl.

Abb. 9 und 10
Zusammengebaute Kurbelwelle.

Abb. 7 bis 10
Ähnlichkeit der Spannungsverteilung an Kerb- und Kraftangriffstellen.

gesetzten Welle, Abb. 7 bis 10. Bei einem Hohlkehlenhalbmesser, z. B. von $0{,}1\,r_1$ entsteht in der Hohlkehle eine um 75 vH höhere Schubspannung als jene in etlicher Entfernung von dieser Kerbstelle in den Außenfasern des dünneren Wellenabschnittes r_1.

In obigen Beispielen ist die Betrachtung auf Spannungszustände beschränkt, die noch allein durch die Elastizität des Werkstoffes bewältigt werden. Da die Möglichkeit unzulänglicher Bemessung grundsätzlich berücksichtigt, in andern Fällen mit Überbeanspruchungen als unumgänglichen Ausfallerscheinungen des Betriebes gerechnet werden muß, ist auch die Frage von großer praktischer Bedeutung, wie sich die Spannungsverteilung umgestaltet, falls die Beanspruchungsspitzen in der Umgebung der Kerbstellen die Plastizitätsgrenze erreichen. Einige wichtige Folgeerscheinungen erkennt man bei der zweiachsigen Untersuchung der Umgebung des Bohrloches umlaufender Scheiben[6]) oder noch besser bei der einer ruhenden durchlochten Scheibe[7]) mit dem Bohrungshalbmesser r_1 und mit unendlichem Außenhalbmesser, die mit der Randspannung σ im Unendlichen belastet ist.

Abb. 11 und 12 zeigen außer Stodolas Rechnungsergebnissen für die ruhende unendliche Scheibe die Darstellung des tangentialen und radialen Spannungsverlaufes in zwei ausgezeichneten Fällen, bezogen auf die Randspannung. Da das Verhältnis vom Bohrungshalbmesser (einem beliebigen endlichen Wert) zum (unendlichen) Außenhalbmesser unverändert gleich null ist, ist es verständlich, daß die tangentiale Spannung am Bohrloch bei durchweg elastischer Verzerrung unabhängig vom Bohrlochhalbmesser sich als der doppelte Wert der Randspannung σ ergibt, entsprechend den Verhältnissen in einer endlichen Kreisscheibe mit dem Bohrlochhalbmesser gleich null. Plastische Verfor[-]mung tritt daher so lange nicht auf, bis die Rand[-]spannung die Hälfte der Streckgrenze σ_s nicht über[-]steigt. Das eine Kurvenpaar bezieht sich auf solch[e] Verhältnisse. Die Spannungen nähern sich, nach kurze[r] Entfernung vom Lochrand, asymptotisch denen einer un[-]gebohrten Scheibe $\sigma_t = \sigma_r = \sigma$ schnell an. Falls abe[r] die Randspannung den vorgenannten Grenzwert über[-]schreitet (in Abb. 11 ist der Fall $\sigma = \frac{10}{11}\sigma_s$ angeführt), s[o] verschwindet die Spannungsspitze am Lochrand. D[a] man annehmen kann, daß Werkstoffe mit aus[-]geprägter Streckgrenze sich bei gleichbleibende[r] Spannung an ihrer Streckgrenze bis zu rd. 1 v[H] dehnen lassen, so herrscht gegebenenfalls an[...] bleibend unterhalb 1 vH gestreckten Lochrandgebie[t] als unveränderliche tangentiale Spannung σ_s und näher[t] sich, mit einiger Verzögerung im Vergleich zu einer rei[n] elastischen Verzerrung, dem Endwert im Unendlichen, σ[.] Die radialen Spannungen überschreiten natürlich nirgend[s] die Streckgrenze, weisen jedoch in ihrem asymptotische[n] Auslauf dieselbe Verzögerung wie die tangentialen au[f.]

Aus Abb. 12 ersieht man ferner den Einflu[ß] steigender Randbelastung auf die Erstreckung der blei[-]bend gedehnten Zone in der Umgebung der Bohrung un[d] auf den Höchstwert der bleibenden Dehnung am Bohr[-]loch. Bei der hohen Randbelastung von $\sigma = \frac{10}{11}\sigma_s$ beträ[gt] die bleibende Dehnung am Lochrand ε_{pl} nur noch da[s] 2,7fache der elastischen Dehnung an der Streckgrenze ε[...] Da einer für Scheibenwerkstoffe recht hohen Streck[-]grenze von 50 kg/mm² noch nicht ganz 0,25 vH elastisch[e] Verlängerung entspricht, so wird auch dieser Werksto[ff] im Falle der hohen Belastung von $\sigma = \frac{10}{11}\sigma_s$ am Lochran[d] um weniger als 0,675 vH bleibend gedehnt. Dies ist abe[r] eine sehr mäßige Zumutung an die Zähigkeit eines Bau[-]stahles. Die radiale Erstreckung der Fließzone ist auc[h] als verhältnismäßig unerheblich zu bezeichnen. Be[i] $\sigma = \sigma_s$ müßte bereits die ganze Scheibe zum Fließe[n] kommen; jedoch beschränkt sich die plastische Verfor[-]mung bei der sehr geringen Ermäßigung der Ran[d-]spannung auf $\sigma = \frac{10}{11}\sigma_s$ nach dem Beispiel auf eine[...]

Abb. 11 und 12
Spannungs- und Verformungsbild in einer ruhenden Kreisscheibe mit unendlichem Halbmesser unter radialer Randspannung nach Stodola.

Bohrungshalbmesser der Scheibe r_1 Radiale Randspannung im Unendlichen σ

Durchweg elastische Anstrengung $\sigma_t = \sigma\left(1 + \frac{r_1^2}{x^2}\right)$ $\sigma_r = \sigma\left(1 - \frac{r_1^2}{x^2}\right)$

Zum Teil plastische Verformung:
Streckgrenze σ_s; Grenzhalbmesser der plastischen Verformung r_0

zwischen r_1 und r_0: $\sigma_t = \sigma_s$ $\sigma_r = \sigma_s\left(1 - \frac{r_1}{x}\right)$ $\frac{r_0}{r_1} = \frac{\sigma_s}{2(\sigma_s - \sigma)}$

von r_0 an: $\sigma_1 = \sigma + (\sigma - \sigma_{r_0})\frac{r_0^2}{x^2}$ $\sigma_r = \sigma - (\sigma - \sigma_{r_0})\frac{r_0^2}{x^2}$

[6]) [7]) Vergl. Stodola, Die Dampf- und Gasturbine, Berlin 1922, S. 894 und 895.

Ring um das Bohrloch mit der Breite von dem 5,5 — 1 = 4,5fachen Bohrungshalbmesser.

Vor allem möge an der Hand des Beispiels beachtet werden, daß das Überschreiten der Streckgrenze in nur nächster Umgebung von Kerbstellen die Spannungsspitzen abbröckelt, die Spannungsverteilung, im Vergleich zu einer durchweg elastischen, gleichmäßiger, ausgeglichener gestaltet, dagegen vom Kerbgebiet bereits etwas entfernte Abschnitte, und zwar in nur elastisch verzerrtem Gebiet, stärker zum Tragen heranzieht.

Vorstehendes Beispiel bietet nur ein Teilbild von den Folgen der Überbeanspruchung einer Kerbstelle. Zur Vervollkommnung der Erkenntnis führt die Betrachtung einer Kerbe bei dreiachsiger Verspannung. Anschaulich und lehrreich ist die Untersuchung der Spannungsverteilung am eingeschnürten Querschnitt von Zerreißproben. Hierfür gibt E. Siebel[8]) einen bemerkenswerten Ansatz, und zwar die Annahme, daß ein beiderseits (oder ringsherum) symmetrisch mit dem Oberflächen-Krümmungshalbmesser r_0 eingeschnürter Stab in inneren Querschnittsteilen axiale Spannungstrajektorien aufweist, deren Krümmungshalbmesser nach einem Hyperbelgesetz der Stabmitte zu auf $= \infty$ zunimmt. Dies ermöglicht eine gewisse, sozusagen statisch bestimmte Lösung der Aufgabe für plastische Stoffe in dem einen oder andern Sonderfall. Die mathematische Auswertung des Siebelschen Ansatzes für den mittleren Abschnitt eines verhältnismäßig sehr breiten Flachstabes plastischen Stoffes und für einen Rundstab ähnlichen Stoffes zeigen Abb. 13 und 14.

Die wichtigste Rechnungsgrundlage ist die Annahme eines unveränderlichen, kritischen Hauptspannungsunterschiedes (= Plastizitätsgrenze s), der sich am zweckmäßigsten erweist. Bei dem unendlich breiten Flachstab wird mit Recht vorausgesetzt, daß die dritte Hauptspannung (senkrecht zur Bildebene) jeweils größer als σ_y und kleiner als σ_x ist, sie tritt daher in der Berechnung gar nicht in Erscheinung. Beim Rundstab sind die Rechnungsergebnisse mit der sehr willkürlichen aber bequemsten Annahme verknüpft, daß die radiale und tangentiale Hauptspannung in jedem Querschnittspunkt gleich sind, σ_y (oder σ_r) $= \sigma_t$. Diese Voraussetzung ist bestimmt unrichtig und ergibt viel zu hohe Werte für die Spannungen. Eine untere Grenze ließe sich leicht berechnen mit der Annahme, daß die tangentialen Spannungen im ganzen Querschnitt unverändert gleich dem Höchstwert der Radialspannungen ($\sigma_{y_{max}}$, in der Stabmitte) sind. Diese oder eine weitere Eingabelung hätte aber nicht viel Sinn.

Der richtige Lösungsweg müßte nämlich u. a. mit dem Verformungsvorgang in Einklang gebracht werden und vor allem der Forderung genügen, daß jeder weiter fortgeschrittene Verformungs-, d. h. Einschnürzustand aus dem voraufgegangenen auf dem Wege geringster Formänderungsarbeit mathematisch herzuleiten wäre. Die vorliegende rechnerische Lösung möge man daher lediglich als eine qualitativ annähernde Darstellung der dreiachsigen Kerbverspannung betrachten. Die Zahlenwerte der kennzeichnenden Spannungen sind in Abhängigkeit von der Kerbschärfe, und auf die Plastizitätsgrenze bezogen, aufgetragen.

Zu den mathematischen Erkenntnissen der Kerbfrage bieten die Kurven der mittleren Axialspannungen $\frac{\sigma_{x\,mittl.}}{s}$ das letzte Glied, die Veranschaulichung der erhöhten statischen Tragfähigkeit gekerbter Körper, wie es bei zähen Werkstoffen unter gewisser Voraussetzung tatsächlich die Regel ist. Die Voraussetzung ist, gleich ob der Werkstoff plastisch oder zäh und sich verfestigend und die Stabform nach Abb. 13 durch Einschnürung beim Zerreißvorgang oder durch Einkerbung herbeigeführt ist, daß die Dehnbarkeit des Stoffes dem für die Entstehung der Einschnürform oder für die Einstellung des geschilderten Spannungszustandes erforderlichen Verformungsgrad genügt, und die technische Kohäsion in der Stabmitte dem Scheitelwert der Axialspannung standhält. Kaum denkbar ist, daß für irgend-

Abb. 13 und 14 Spannungsverteilung und Tragfähigkeit eingeschnürter (oder gekerbter) Stäbe plastischen Stoffes, berechnet nach den Ansätzen von Siebel.

s = Plastizitätsgrenze Ansatz Siebel $r = r_0 \frac{a}{y}$

für Flach- und Rundstäbe

$$\sigma_x = s\, e^{\frac{a^2 - y^2}{2 r_0 a}}$$

$$\sigma_y = s\left(e^{\frac{a^2 - y^2}{2 r_0 a}} - 1\right)$$

$$\sigma_{x\,max} = s\, e^{\frac{a}{2 r_0}}$$

$$\sigma_{y\,max} = s\left(e^{\frac{a}{2 r_0}} - 1\right)$$

für Flachstäbe $\sigma_{x\,mittl.} = s \sqrt{\frac{\pi r_0}{2 a}}\, e^{\frac{a}{2 r_0}}\, \Phi\left(\sqrt{\frac{a}{2 r_0}}\right)$

für Rundstäbe $\sigma_{x\,mittl.} = \frac{2 r_0}{a}\, s \left(e^{\frac{a}{2 r_0}} - 1\right)$

einen plastischen Stoff Spannungszustände den Kerbschärfen $\frac{a}{r_0} = 5$ bis 10 entsprechend verträglich wären.

In diesen Betrachtungen ist noch wichtig, daß man nach Vorstehendem im allgemeinen auf starke Spannungsscheitel im allseitig an Verformung behinderten Inneren gekerbter Bauelemente schließen kann.

Einschlägige Festigkeitsversuche

Zum Teil zeitlich früher, aber auch laufend parallel wurden die vorangehend betrachteten Fragen durch technologische Versuche verfolgt. Im Gegensatz zu dem Entwicklungsgang der mathematischen Arbeiten beginnen die technologischen Versuche auf dem überelastischen Gebiet, mit der Untersuchung der Zugfestigkeit gekerbter Stäbe (Martens[9]), Barba[10]), Ludwik[11])). Ein Zerreißstab nach Abb. 5 aus zähem Werkstoff hat eine höhere Festigkeit als der zylindrische Stab mit dem Durchmesser D_k. Bei sinkender Zähigkeit oder Versuchstemperatur oder wachsender Kerbschärfe vermindert sich die scheinbare Zugfestigkeitserhöhung und geht schließlich in eine Erniedrigung über. Die Steigerung

[8]) Vergl. Werkstoffausschuß-Bericht Nr. 71, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf

[9]) Forschungsarb. Heft 3 (1901).
[10]) Int. Verb. Mat. Tech., Stockholm 1897.
[11]) „Stahl und Eisen" Bd. 43 (1923) S. 999.

Abb. 15 und 16. Längsspannungen.

Abb. 17 und 18. Querspannungen.

Abb. 15 bis 30
Spannungsverteilung gekerbter Flachstäbe nach Preuß.

Abb. 19 bis 21. Längsspannungen.

Abb. 22 bis 24. Querspannungen.

Abb. 25 bis 27. Längsspannungen.

Abb. 28 bis 30. Querspannungen.

der Formfestigkeit ist auf die dreiachsige Verspannung zurückzuführen . (gehemmte Verschiebung — Verformung in der Stabmitte). Die Siebelschen Betrachtungen erbrachten die mathematische Veranschaulichung gerade dieser Erscheinungen. Ein etwaiger Rückgang oder sogar ein negativer Wert der Festigkeitserhöhung ist nur durch technologische Überlegungen zu erklären, und zwar auf die Erschöpfung der technischen Kohäsion oder der Zähigkeit zurückzuführen.

Die Spannungsverteilung an gekerbten Körpern kann man entweder durch das optische Verfahren an durchsichtigen Stoffen (Mesnager, Cooker[12]) oder durch die Anwendung feiner Verformungsmeßgeräte ermitteln. Ein großer Vorteil des letzteren Verfahrens ist, daß es auch das überelastische Gebiet leicht zugänglich macht, wogegen dies dem ersteren verschlossen bleibt. Beide Arten sind ziemlich auf die Untersuchung ebener Spannungszustände beschränkt. Mit Feinmeßgeräten hat besonders Preuß beachtenswerte Arbeiten durchgeführt. In einer Forschungsarbeit[13]) verfolgt er die Spannungsverminderung durch die Abrundung scharfer Ecken (Zug und Biegung), die Spannungsverteilung in Kranhaken und ferner die in gelochten Zugstäben. Die Zugstäbe waren 120 mm breit und erhielten in der Mitte Löcher von 15, 30, 50 und 70 mm Dmr. Tangential am Lochrand hat Preuß in der Zugrichtung die Spannungsspitzen als die 2,35, 2,345, 2,13 und 2,24fachen Werte der mittleren Zugspannung festgestellt. Der Außenrand der Stäbe wurde hierbei etwas entlastet. In der Nähe der Lochränder traten als größte Querspannungen die 0,339, 0,42, 0,282 und 0,243fachen Werte auf.

Einen für diese Betrachtungen besonders wertvollen Einblick gestatten die anschließenden Versuche von Preuß an gekerbten Zugstäben[14]). 75 mm breite Flachstäbe wurden rechtwinklig scharf, rechteckig scharf (5 und 15 mm Längenerstreckung) und mit rd. 5 mm Halbmesser symmetrisch von beiden Seiten einmal auf je 5, ein andres Mal auf je 15 mm Tiefe eingekerbt, schließlich mit 15 mm Halbmesser ebenfalls beiderseits auf je 15 mm Tiefe. Aus Abb. 15 bis 30 ersieht man die Verteilung der Längs- und Querspannungen auf den Durchschnittswert des Längszuges bezogen. Im Falle der Spitzkerbung überschreitet die Dehnung den der Streckgrenze des verwendeten Werkstoffes zugeordneten Betrag; Preuß setzt daher für diese Punkte mit Recht die Streckgrenze seines Stahles (den 3,5fachen Wert der durchschnittlichen Zugspannung) als tatsächliche Beanspruchung ein. Die durchschnittliche Zugspannung betrug in der ganzen Versuchsreihe 750 kg/cm² bei einer Streckgrenze von 2600 kg/cm². Hieraus gewinnt man folgende Erkenntnisse:

1. Bei gleicher Kerbtiefe ist die Spannungsspitze am Kerbrand um so größer, je kleiner der Halbmesser des Kerbgrundes ist (bis rd. 2,5fach bei den Rundkerben — Spitzkerben fallen weit in die bleibende Verformung an der Streckgrenze hinein).

2. Bei gleichem Kerbhalbmesser und gleicher Kerbbreite nimmt die Spannungsspitze mit der Kerbtiefe zu (der scheinbare Widerspruch im Falle der Scharfkerbe dürfte mit den Meßverfahren in Zusammenhang stehen).

3. Bei den Querspannungen an Rundkerben herrschen ähnliche Verhältnisse, der Größtwert mit 55 vH der mittleren Zugspannung entsteht in der Nähe der Kerbe.

Obzwar diese Versuche im Falle der Scharfkerbe das plastische Gebiet anschneiden, verfolgt Preuß die einschlägigen Fragen im plastischen Gebiete nicht weiter. Als Beispiel hierfür sind die Versuche von Krüger[15]) an dickwandigen Hohlzylindern unter Innenpressung anzuführen. Aus Abb. 31 und 32 ersieht man den Verlauf der reduzierten tangentialen Spannung,

$$\sigma_{t\,red} = E\,\varepsilon_t = \sigma_t - \frac{1}{m}\,\sigma_r\,,$$

sowohl im durchweg elastischen Gebiet wie auch bei wachsender Überschreitung der Streckgrenze an einem Stahl-, Abb. 31, und an einem Stahl-

[12]) Bericht erscheint demnächst; vergl. a. Z. Bd. 48 (1904) S. 867.
[13]) Forschungsarb. Heft 126 (1912).
[14]) Forschungsarb. Heft 134 (1913).

[15]) Forschungsarb. Heft 87 (1910).

Abb. 31
Stahlring.

Streckgrenze 1950 kg/cm²
Fließbeginn $p = 1353$ at
(1985 kg/cm²)

Abb. 32
Stahlgußring.

Streckgrenze 2100 kg/cm²
Fließbeginn 1453 at
(2130 kg/cm²)

Abb. 31 und 32. Spannungsverteilung dickwandiger Hohlzylinder unter Innendruck nach Krüger.

gußrohr, Abb. 32. Die Versuchsergebnisse decken sich sinngemäß mit den erörterten Rechnungsbeispielen nach Stodola. Die verschiedene Ausbildung des Spannungsverlaufes nach Überschreitung der Streckgrenze bei dem Krügerschen Stahl und Stahlguß macht den Beobachter auf den Einfluß der Ausbildungsart der Streckgrenze bei dem einen oder andern Werkstoff aufmerksam oder auf den Einfluß der etwaigen nach einem kurzen Fließvorgang bald einsetzenden Verfestigung. Der Krügersche Stahlguß entspricht z. B. in seinem Verhalten an der Streckgrenze weitestgehend den Annahmen von Stodola, der Flußstahl viel weniger. Allerdings sei dahingestellt, ob und inwieweit diese Erscheinung auf Unvollkommenheiten der Versuchsführung zurückzuführen ist.

Technologische Ausfallerscheinungen

Im wesentlichen sind es zwei Arten:

Gekerbte Stäbe nach dem Schema von Abb. 1 und 2 verhalten sich beim Biegungsbruch (je nach Kerbtiefe, -schärfe, Querschnittform, Werkstoff und seinem Zustand) bei veränderlicher Biegetemperatur und -geschwindigkeit verschieden. Einmal brechen sie bei großer Arbeitsaufnahme sehnig, ein andres Mal wenig Energie verzehrend, zum Teil oder ganz körnig, schlechtweg mehr oder minder spröde durch. Das dreiachsige Kennzeichen des Spannungszustandes, die Mohrschen Verformungsannahmen und gewisse einschlägige Überlegungen Ludwiks berücksichtigend, gelangen Maurer und Mailänder[16]) zu einer beachtenswerten Erklärung: Die innere Reibung, d. h. der Gleitwiderstand nimmt mit fallender Temperatur und wachsender Verformungsgeschwindigkeit zu. Die technische Kohäsion dürfte mit fallender Temperatur je nach dem Werkstoff verschieden, aber durchweg langsamer, mit wachsender Versuchsschnelle überhaupt nicht zunehmen. Der spröde Kerbbruch ist folglich auf den frühzeitigen Eintritt eines Kohäsionsanbruches im allseitig verspannten Querschnittskern zurückzuführen. Für ähnliche Erscheinungen an gekerbten Zugstäben u. dergl. gilt diese Erklärung gleichfalls.

Im Gegensatz zu obiger Kerbbrüchigkeit bei hochgradiger Überanstrengung wird bei Maschinenschäden meistens eine andre Art beobachtet. Bei dauernd wechselnder Beanspruchung, deren Spannungsscheitel im Querschnittsmittelwert u. U. sehr mäßig ist, versagen öfter überraschend schnell gekerbte Bauelemente unter der Erscheinung des sogenannten Ermüdungsbruches. Einschlägige Versuche erwiesen, daß die Tragfähigkeit der Werkstoffe auch gegen örtliche Spannungsspitzen im Falle von Wechselbeanspruchung mehr oder minder eng begrenzt ist. Die erträglichen Spannungshöchstwerte liegen meistens reichlich unterhalb der technischen Plastizitätsgrenze. Die Spannungssteigerung an Kerbstellen erklärt ungezwungen diese Schwäche. Man vermißt noch Wesenserklärungen verschiedener mit der Ermüdung zusammenhängender technologischer Erscheinungen, wodurch die Behandlung dieses Gebietes erschwert ist.

[16]) Vergl. „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 417.

Dieser Fragenkreis ist an Erscheinungen außerordentlich reichhaltig. Einzelne Werkstoffe sind gewissen Vorbeanspruchungenen oder Oberflächenfehlern gegenüber, was sehr vorteilhaft ist, minder empfindlich, andre dagegen verhalten sich diesbezüglich überraschend ungünstig. Aus Zahlentafel 1 ersieht man ein Beispiel für die Oberflächenempfindlichkeit einer Stahlsorte an der Hand einschlägiger Forschungsergebnisse[17]). Bei gehärteten und wenig angelassenen Stählen steigt aber die Empfindlichkeit sehr stark an, scheinbar auch infolge von gewissen Legierungszusätzen[18]). Beachtenswert sind in dieser Hinsicht die Versuchsergebnisse und Vorschläge von H. Kändler und E. H. Schulz[19]), betr. die Ausrundung scharfer (kleiner) Oberflächenfehler durch Behandlung der Stücke in ätzenden Flüssigkeiten.

Das vorzeitige Abreißen gewisser Legierungen unter lange einwirkender unveränderlicher Belastung[20]) dürfte mit der Kerbfrage auch zusammenhängen. Seine technologische Erklärung steht noch aus.

Zahlentafel 1
Schwingungsfestigkeit bei verschiedener Oberflächenbeschaffenheit

Art der Oberflächenbearbeitung	Dauerfestigkeit vII
Poliert	= 100 gesetzt
Geschmirgelt (Papier 00) . . .	= 99
Geschliffen	= 89
Gedreht und geschlichtet . .	= 84
Grob gedreht	= 81

Kerbe und Gestaltung

Die Kerbe leistet öfter auch nützliche Dienste. Das Handwerk bedient sich seit jeher der Erfahrung, daß bei nicht zu zähen Werkstoffen eine gewisse Kerbtiefe und -schärfe (nach Schema, Abb. 1 und 5) sich meistens hinlänglich genug erweist, um bei großer Verformung Stücke an der Kerbstelle derart zu trennen, daß anschließende Körperteile durch Verformung kaum in Mitleidenschaft gezogen werden. Bei Steigerung der Verformungsgeschwindigkeit oder beim Hin- und Herbiegen ist das Verfahren sogar für die zähesten Stoffe geeignet.

Die Kerbschlagbiegeprüfung der Werkstoffprüfung erweist sich auch als eine wertvolle mengenmäßige Erforschung des metallographischen Zustandes auf mechanischem Wege, wenn auch eine billige zahlenmäßige Wertungsmöglichkeit gegenwärtig noch daran scheitert, daß man das sogenannte Abfallgebiet nicht streuungsfrei machen und in die Länge strecken kann.

Beide Verwendungsarten haben natürlich für die Hüttenkunde keine geringere Bedeutung als für die Gestaltung. In ihren Maschinen bedient sich die Gestaltung auch zielbewußt vielfach der Kerbe, so in den bekannten Bruchsicherungen, ferner u. U. bei der Unterteilung massiger Konstruktionskörper durch kerbartige Aussparungen, damit die Eigenspannungen durch Wärmebehandlung sich niedriger ergeben, vorausgesetzt, daß dieser Vorteil die Nachteile einer etwaigen Spannungssteigerung zu übertreffen verspricht.

Problematisch wird die Kerbfrage in den Fällen, in denen nur die billige und anderweitig zweckmäßige Formgebung der Bauelemente sie in Erscheinung treten läßt. Dies ist aber mit wenigen Ausnahmen die Regel in der Gestaltung. Die Frage wird in manchen Fällen sogar überschätzt, in andern dagegen erst nach kostspieligen Mißerfolgen gebührend beachtet.

Eine praktisch indifferente Rolle fällt der Kerbe in Konstruktionskörpern zähen Werkstoffes zu, die nur selten wechselnder, sonst dauernd ruhender Belastung ausgesetzt werden. Eine hinlängliche Standfestigkeit ist natürlich durchweg Voraussetzung, im Falle der Möglichkeit schlagartiger Überbeanspruchung auch eine gute Kerbzähigkeit. Dies verdient etliche Beachtung, es sei

[17]) Werkstoffhandbuch „Stahl und Eisen" 1927 D 11 — 6.
[18]) Vergl. Lehr, Die Werkzeugmaschine, Bd. 31 (1927) S. 407.
[19]) Werkstoffausschuß, Bericht Nr. 48, Verlag Stahleisen.
[20]) Vergl. Welter, Statische Dauerfestigkeit von Metallen und Legierungen, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926) S. 75 u. f.

nochmals betont, da man nicht selten von einer uneingeschränkt gemeinten Kerbgefahr reden hört. Überschreitet dagegen die Standfestigkeit eines Werkstoffes in der maßgebenden Beanspruchungsrichtung nicht um einiges seine Plastizitätsgrenze, so ist die Spannungssteigerung an Kerbstellen entweder genau zu berechnen oder mit Sicherheitszuschlag an der Hand verwandter Rechnungsbeispiele abzuschätzen.

Das schwierigste Kapitel bildet die Kerbfrage in Verbindung mit Wechselbeanspruchungen. Es gibt nicht viele Maschinengattungen, die von dieser Art Anstrengung gänzlich verschont blieben. Daß Kolbenmaschinen Wechselbeanspruchungen unterliegen, ist jedem geläufig. Aber auch die umlaufenden Maschinen haben meistens etliche nennenswertem periodischem Lastwechsel ausgesetzte Bauelemente, so die Zähne von Getrieberädern, die Schaufeln teilweise beaufschlagter Dampfturbinenräder u. dergl. Im Rahmen dieser Betrachtungen soll ferner vorausgesetzt werden, daß ungedämpfte Resonanzerscheinungen so gut wie nicht auftreten. Widrigenfalls können z. B. auch in voll beaufschlagten Rädern einer Dampfturbine die Schaufeln oder die Räder selbst, die sozusagen einem nur unendlich kleinen Lastwechsel ausgesetzt sind, kaum vor Ermüdungsbrüchen bewahrt werden.

Beim Fehlen von Resonanz verhütet man Ermüdungsbrüche auch an gekerbten Bauelementen, wenn man die elastizitätstheoretische Spannungssteigerung an den Kerbstellen berücksichtigt. Von allen vorerwähnten Berechnungen und Meßwerten der elastischen Spannungsspitzen ragt als Größtwert die dreifache Spannungssteigerung an dem Bohrloch der unendlichen einachsig gezogenen Scheibe (Kirsch) hervor. Dies wäre somit als ein Höchstmaß der etwaigen Mindertragfähigkeit gekerbter Bauelemente, Wechselbeanspruchungen gegenüber, zu betrachten. Anderseits sind einschlägige Versuchsergebnisse an Dauerbiegestäben[20a]) von Wichtigkeit, die von 20 mm Dmr. durch verschiedene Hohlkehlen auf 7 mm Dmr. verjüngt wurden, Zahlentafel 2. Diese sind wohl an einem bestimmten Werkstoff gewonnen; es fragt sich, welche Werkstoffe ein ähnliches und ob andre ein günstigeres oder nachteiligeres Verhalten in dieser Hinsicht aufweisen.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den statischen Spannungssteigerungen an Kerbstellen nach Kirsch, Stodola, A. Föppl und Preuß, so gewinnt man den Eindruck, wie wenn der Schwächungsgrad bei Wechselbeanspruchung hinter dem Maß der Spannungssteigerung zurückbliebe. Dies würde darauf hindeuten, daß man Kerbstellen gewissermaßen überbemißt, falls man ihre Tragfähigkeit im Verhältnis der elastischen Überbeanspruchung vergrößert. So könnte man wohl nach Abb. 6 in gegebenen Fällen die Durchmesser D_k und D_i entsprechend abstimmen, es bleibt jedoch die grundsätzliche Frage offen, ob überhaupt und mit welchem Hohlkehlenhalbmesser R die Übergangsstelle von D_a auf D_i auf genau gleiche Dauerfestigkeit mit D_i gebracht werden kann. Die Streuung infolge kleinster, unvermeidlicher, örtlicher Werkstoff- oder Herstellungsungleichheiten an allen Versuchsstäben erschwert die Klärung dieser Frage, vermindert aber auch ihre praktische Wichtigkeit ziemlich stark. Anderseits gebietet meistens der Zwang, an Bauabmessungen zu sparen, einen Mittelweg bei der Bemessung der Hohlkehlen u. dergl. zu beschreiten.

Im übrigen ist die Gestaltung selten in der Lage, Abb. 6 entsprechend vorzugehen. Bei Berücksichtigung des Vorstehenden müßte z. B. die gewöhnliche Maschinenschraube auf ihrem mit Gewinde nicht versehenen zylindrischen Abschnitt auf einen bedeutend kleineren Durchmesser als den des Gewindekernes gebracht werden. Dies ist natürlich, von wenigen Ausnahmefällen abgesehen, praktisch unmöglich, da der glatte zylindrische Teil der Schraube fast immer als Führungs- oder Haftfläche dient, daher im Durchmesser mindestens dem Schraubenaußendurchmesser gleich sein muß. In andern Fällen liegen meistens ähnliche Hinderungsgründe vor, die natürlich durchweg dazu führen, daß die großen Massen gekerbter

Zahlentafel 2
Schwingungsfestigkeit bei verschiedenen Hohlkehlenhalbmessern

Übergang von 20 auf 7 mm Dmr. mit einem Abrundungshalbmesser von mm	Dauerfestigkeit vH
250	= 100 gesetzt
25	= 95
6	= 90
rd. 0	= 75
scharfeckig	= 50

Bauelemente überbemessen werden müssen, ihren Werkstoff ungleichmäßig, z. T. recht unwirtschaftlich ausnutzen, da die zulässigen Spannungen vor allem den Höchstwerten der Kerbstellen angepaßt werden müssen.

Alles, was über die Kerbe vorangehend ausgeführt wurde, soll auch auf die Kraftangriffstellen sinngemäß übertragen werden. Die Verwandtschaft dieser beiden Unstetigkeitsformen möge folgendes Beispiel kurz beleuchten. A. Föppl begründet in seiner Technischen Mechanik[21]), daß in einer verdrehten zylindrischen Welle an der Einspannstelle, B—B, Abb. 8, eine ähnliche Steigerung der Verdrehungsspannungen auftritt wie in der Hohlkehle eines verdrehten Stabes beim Übergang von dem Halbmesser r_1 auf r_2, also etwa wie im Querschnitt A—A, Abb. 7. A. Föppl empfiehlt daher, den Durchmesser der Einspannstelle zu verstärken, $D_1 > D_2$. Dasselbe Bild zeigt, daß man in der Praxis, z. B. bei dem Entwurf schwerer zusammengebauter Kurbelwellen für Großmaschinen, gezwungen ist, das umgekehrte Verhältnis der Durchmesser, $D_1 < D_2$, herbeizuführen. Ältere Ausführungen haben fernerhin die Druckkante des Kurbelblattes am Querschnittsübergang stumpf zugeschnitten, abgerundet, um etwaigen Überbeanspruchungen an diesen Stellen B—B vorzubeugen. In der Umgebung dieser Stellen muß sich, schlechtweg gesagt, ein Wettstreit zwischen Kerbe (A—A) und Kraftangriffstelle (B—B) entfalten. In mehreren Fällen einer gewissen Ausführungsart hat sich die verhältnismäßig größere Schwäche der Stelle B—B gezeigt. Wohlbemerkt ist die Welle neben wechselnden Verdrehungs- auch gleichartigen Biegungsbeanspruchungen ausgesetzt.

Zu der von Föppl nachgewiesenen Schwäche gesellt sich noch die Wirkung der verdichteten Schrumpfpressung an den Stellen B—B. Eine konstruktive Tragfähigkeitserhöhung dieser Kraftangriffstelle ergibt die scharfe Zuspitzung der Druckkante, die an Wirkung der Abrundung im Beispiel der Zahlentafel 2 gleichkommt[22]).

Außerordentlich beachtenswert sind daher die rechnerische Untersuchung der Spannungsverteilung an örtlich umschnürten Zylindern von A. und L. Föppl[23]), ferner die optischen Versuche an durchsichtigen Modellkörpern.

Ausblick

Wenn man nun zusammenfassend die Beziehung zwischen Kerbe und Gestaltung kennzeichnen will, dann dürfte wohl die Darstellung ziemlich zutreffend sein, daß, von Ausnahmefällen abgesehen, die Unstetigkeiten der Formgebung und der Belastung als Kernpunkte der Festigkeitsbemessung zu betrachten sind. Der richtige Entwurf hat daher, nach einiger Berücksichtigung der stetigen Abschnitte, das Augenmerk mit aller Sorgfalt auf die unstetigen Stellen zu richten. Zu ihrer Behandlung bietet das Schrifttum der Elastizitätslehre und der Festigkeitsversuche zahlreiche wertvolle Anhaltspunkte — unzweifelhaft harren aber noch viele wichtige Einzelaufgaben ihrer genauen Klärung. Es ist nicht zu leugnen, daß dieses Gebiet nicht nur an den schöpferisch tätigen Theoretiker oder Technologen, sondern auch an den Praktiker, der die Ergebnisse der Forschung lediglich verwerten will, recht große Anforderungen stellt. Trotzdem kann nur ein immer eingehenderes Vertiefen und Ausbauen der einschlägigen Kenntnisse zu einer Vervollkommnung der Gestaltung führen. [B 1213]

[20a]) s. S. 855 unter [17]).

[21]) Vergl. 5. Bd. S. 202.
[22]) Vergl. Schrumpfverbindungen, Maschinenbau Bd. 4 (1925) S. 572.
[23]) Vergl. Zwang und Drang, 2. Bd., München 1920, S. 168 u. 196.

Einfluß des Sauerstoffs auf die Zündung flüssiger Brennstoffe

Von Dr.-Ing. H. Pahl, Düsseldorf.

Zündtemperatur, Zündverzug und Zündstärke der einfachen und homogenen Öle verlaufen bei geringem Sauerstoffgehalt der Verbrennungsluft anders als bei einem höheren Sauerstoffgehalt. — Bei geringem Sauerstoffgehalt verhalten sich diese Öle wie die nicht gleichmäßig zusammengesetzten. — Bei einem bestimmten Sauerstoffgehalt der Luft haben die einfachen Öle zwei Zündpunkte, zwischen denen in einem gewissen Temperaturbereich die Zündungen aussetzen. — Die Vorgänge werden durch pyrogene Zersetzung, Ausgleich der einzelnen Wärmemengen und Einfluß der Wandungen erklärt.

Versuchseinrichtung, Abb. 1.

Die Flasche *a* wird teils mit Luft und teils mit der gewünschten Menge Sauerstoff gefüllt. Das aus der Flasche *b* zufließende Wasser drückt das Gemisch durch den fein einstellbaren Dreiweghahn *c* in die Waschflasche *d* oder in das Absorptionsgefäß *e*. Nach dem Waschen wird das Gemisch im Chlorkalziumröhrchen *f* getrocknet und in dem Kupferrohr *g* vorgewärmt, bevor es in den Zündblock und in den Verbrennungsraum gelangt. Bei dem Zündblock, Abb. 2, ist die Öffnung im Verschlußstück, durch die der Brennstoff eingebracht wird, möglichst klein bemessen, damit das Luft-Sauerstoff-Gemisch nicht in die Außenluft diffundiert. Der Brennstoff fällt als kleiner Tropfen von dem schwenkbaren Tropfer *h*, Abb. 1, in den Verbrennungsraum. Der Zündblock wird elektrisch geheizt, die Temperatur im Block und im Verbrennungsraum mit Hilfe von Eisen-Konstantan-Thermoelementen gemessen. Der Zündblock ist dem Kruppschen Zündpunktprüfer[1]) nachgebildet; nur ist er größer, damit auch bei Versuchen mit Luft eine genügende Sauerstoffmenge zur Verfügung steht. Der Inhalt des Verbrennungsraumes beträgt 11 cm^3 gegenüber 3 cm^3 beim Kruppschen Zündpunktprüfer.

Durchführung der Versuche.

Die Versuche wurden in Reihen für bestimmten Sauerstoffgehalt des Gemisches durchgeführt. Der Barometerstand betrug rd. 725 mm Q.-S. Vor und nach jeder Versuchsreihe wurde der Sauerstoffgehalt des Gemisches in der Flasche *a* mittels Pyrogallols gemessen. Beide Messungen ergaben stets gleiche Werte. Das Gemisch wurde so geregelt, daß rd. 250 Blasen, d. h. rd. 40 cm^3, in 1 min durch die Waschflasche hindurchperlten. Nach jeder Messung wurde der Verbrennungsraum durchgespült.

Bei jeder Messung wurde ermittelt:

1. ob bei der jeweiligen Temperatur im Verbrennungsraum überhaupt Zündung eintrat,
2. nach welcher Zeit die Zündung erfolgte, also der Zündverzug, und
3. die Stärke der Zündung.

Die Versuchsreihen wurden bei fallender Temperatur durchgeführt. Hierbei konnte der Heizstrom so geregelt werden, daß die Temperatur zwischen zwei Messungen nur um Bruchteile von 1° abnahm.

Die Temperatur im Verbrennungsraum wurde nicht unmittelbar gemessen. Bei Beginn und Ende jeder Versuchsreihe und außerdem von hundert zu hundert Grad wurden die Unterschiede der Temperaturen im Zündblock und im Verbrennungsraum gemessen. Bei Aufgabe des Brennstoffes wurde nur die Temperatur im Zündblock abgelesen; auf die Temperatur im Verbrennungsraum wurde dann aus den obigen Temperaturunterschieden geschlossen.

Der Zündverzug wurde gemessen, indem mittels Stoppuhr die Zeit von dem Augenblick an, wo sich das Tröpfchen vom Tropfer löste, bis zur Zündung bestimmt wurde. Diese Messung ist sehr ungenau, doch gleichen sich die Fehler bei der großen Zahl der Messungen aus.

Abb. 2
Zündblock.
v Verbrennungsraum

[1]) Z. Bd. 67 (1923) S. 689.

Abb. 1
Versuchsanordnung.

a Gasflasche
b Wasserflasche
c Dreiweghahn
d Waschflasche
e Absorptionsgefäß
Chlorkalziumröhre
g Kupferrohr
h Tropfer
i Schlauchstück
k Zündblock

Auf die Stärke der Zündung kann man aus der Höhe und Farbe der Zündflamme schließen, doch wird diese Bestimmung durch persönliche Einflüsse und durch die kurze Beobachtungszeit erschwert. Die Flammenhöhe wurde vom Boden des Verbrennungsraumes aus gerechnet. Die Farbe der Flamme war bei starken Zündungen blau, wobei heftige Schläge auftraten. Mit Abnahme der Zündstärke nahm die Stärke der Schläge ab, und die Farbe der Flamme ging in Weiß und in Gelb über. Als Maß für die Zündstärke wurde deswegen die auf die blaue Flamme umgerechnete Flammenhöhe gewählt, wobei für die Farbe „weiß" der Faktor 0,55 und für die Farbe „gelb" der Faktor 0,1 angenommen wurde.

Bei den Vorversuchen ergab sich, daß die Zündtemperaturen sich um einige Grad änderten, wenn sich die Geschwindigkeit des Gemisches im Verbrennungsraum veränderte. Bei den Hauptversuchen wurde daher die Gemischzufuhr beim Aufgeben des Brennstoffes abgestellt, indem beim Abreißen des Brennstofftröpfchens vom Tropfer das Schlauchstück *i*, Abb. 1, mit der Hand zusammengedrückt wurde.

Ferner mußte auch die Brennstoffmenge für jeden Versuch gleich sein. Der Tropfer war daher ein fein ausgezogenes Glasröhrchen, das Tröpfchen von rd. 3 mg abgab.

Die Versuche erstreckten sich auf chemisch reines Benzol (C_6H_6), chemisch reinen Allylalkohol (C_3H_6O), Handelsbenzin (0,725 kg/l bei 15°) und auf ein amerikanisches Gasöl (0,859 kg/l bei 15°). Benzol und Allylalkohol wurden gewählt, weil sie einfache und homogene Körper sind. Benzin und Gasöl sind dagegen nicht homogen, sondern setzen sich aus verschiedenen hochmolekularen Kohlenwasserstoffen zusammen.

Versuchsergebnisse.

Bei Allylalkohol, Benzin und Gasöl wurde der Einfluß des Sauerstoffs auf Zündpunkt, Zündverzug und Zündstärke bestimmt. Bei Benzol wurde wegen der notwendigen hohen Temperaturen nur der Einfluß des Sauerstoffs auf den Zündpunkt untersucht. In Abb. 3 bis 6 erscheint jede Versuchsreihe bei einem bestimmten Sauerstoffgehalt als senkrechte Strecke. Die Bezeichnung mit *a* bei Gasöl besagt, daß in diesen Bereichen die Zündungen teilweise aussetzten. Die unteren Endpunkte der Strecken sind die Zündpunkte. Ihre Verbindung bilden die Zündkurven, die das Gebiet der Zündfähigkeit begrenzen.

Abb. 3 bis 6. Einfluß des Sauerstoffgehaltes auf die Zündtemperatur bei 1 at.

Diese Zündkurven sind bei Allylalkohol und Benzol labil, d. h. die Zündpunkte ändern sich bei geringen Änderungen der Versuchsbedingungen. Das gleiche gilt für Benzin und Gasöl bei niedrigem Sauerstoffgehalt der Bombe. Dagegen sind die Zündpunkte von Benzin und Gasöl bei höherem Sauerstoffgehalt sehr stabil, also gegen Änderungen der Versuchsbedingungen fast unempfindlich.

Bei Allylalkohol und Benzol steigen die Zündtemperaturen mit abnehmendem Sauerstoffgehalt. Die Zündkurven nähern sich asymptotisch der Ordinate für den Sauerstoffgehalt null. Ganz anders verhalten sich Benzin (Abb. 5) und Gasöl (Abb. 6). Hier sind die Zündpunkte von Benzin für 35 bis 100 vH Sauerstoffgehalt und von Gasöl für 22 bis 100 vH Sauerstoffgehalt konstant. Nur bei geringem Sauerstoffgehalt (Benzin 21 bis 33 vH, Gasöl 21 bis 26 vH) steigt die Zündtemperatur mit Abnahme des Sauerstoffgehaltes wie bei Allylalkohol und Benzol; dieser Ast der Zündkurve nähert sich auch asymptotisch der Ordinate null.

Besonders auffallend verhalten sich aber Benzin bei 26 bis 34 vH Sauerstoffgehalt und Gasöl bei 22 bis 26 vH Sauerstoffgehalt. In diesen Bereichen tritt bis zu einer gewissen Temperatur regelmäßig Zündung ein; bei abnehmender Temperatur setzen die Zündungen in einem gewissen Temperaturbereich ganz aus. Unterhalb dieses Bereiches zünden die Brennstoffe wieder regelmäßig, bis unter einer bestimmten Temperatur keine Zündung mehr eintritt. Die Temperaturbereiche, in denen die Zündungen aussetzen, werden mit steigendem Sauerstoffgehalt kleiner.

Abb. 7 bis 9 stellen den Zündverzug in Abhängigkeit von der Temperatur im Verbrennungsraum bei verschieden hohem Sauerstoffgehalt für Allylalkohol, Benzin und Gasöl dar. Die wirklichen Werte des Zündverzugs sind um die Fallzeit der Tröpfchen, die 0,3 s betrug, kleiner als die in den Diagrammen eingetragenen gemessenen Zeiten[2]).

[2]) Bei der Verbrennung im Motor sind die Werte des Zündverzugs wegen der viel kleineren Tröpfchen wesentlich kleiner.

Nach diesen Versuchsergebnissen nimmt der Zündverzug bei allen drei Brennstoffen mit Abnahme des Sauerstoffgehaltes sowie mit Abnahme der Temperatur zu. Bei Benzin und Gasöl verlaufen jedoch die Linien nicht stetig; vielmehr verhalten sich diese Brennstoffe bei geringem Sauerstoffgehalt und hoher Temperatur anders als bei hohem Sauerstoffgehalt und niedriger Temperatur. Im ersten Fall gleichen sie dem Allylalkohol; die Linien breiten sich fächerartig aus und erreichen höchstens Werte von 2 bis 3 s. Dagegen streben die Linien für hohen Sauerstoffgehalt und niedrige Temperatur der Ordinate des Zündpunktes zu, wobei sie steil ansteigen; der Zündverzug nimmt also gegen die Zündtemperatur hin stark zu und erreicht 15 und sogar 23 s.

In Abb. 10 bis 12 sind als Maße für die Zündstärken von Allylalkohol, Benzin und Gasöl die auf die blaue Zündflamme umgerechneten Flammenhöhen über den Temperaturen im Verbrennungsraum aufgetragen. Hiernach nimmt im allgemeinen die Zündstärke mit dem Sauerstoffgehalt ab, was mit der Zunahme des Zündverzuges übereinstimmt. Bei Benzin und Gasöl sind aber ferner die Kurven stark nach unten durchgebogen, so daß sie bei bestimmten Temperaturen Mindestwerte haben; bei Benzin beträgt diese Temperatur rd. 385, bei Gasöl 420 °. Bei zu kleinem Sauerstoffgehalt wird die Zündstärke negativ, die Zündung setzt aus.

Bemerkenswert ist ferner das Ansteigen der Zündstärke in der Nähe des Zündpunktes bei höherem Sauerstoffgehalt. Kurz oberhalb der Zündtemperatur erreichen hier besonders bei Benzin und Gasöl die Zündungen ihre größte Heftigkeit.

Trotz des steilen Abfalls mancher Kurven ist der Übergang aus dem Gebiet der Zündungen in das Gebiet, wo die Zündungen ausbleiben, stets allmählich. Allerdings umfaßt das Gebiet, in dem die Zündstärke abnimmt, z. B. bei Benzin, oft nur 1 bis 2 °. Diese Spanne vergrößert sich mit sinkendem Sauerstoffgehalt. Bei

Abb. 7 bis 9
Einfluß des Sauerstoffgehaltes auf die Zündung bei 1 at; Tropfengewicht 3 mg.

Abb. 10 bis 12. Einfluß des Sauerstoffgehaltes auf die Zündstärke bei 10 at.

Die Versuche haben somit ergeben, daß bei den hochmolekularen Kohlenwasserstoffen Zündpunkte und Zündverzüge bei geringem Sauerstoffgehalt sich ganz anders als bei höherem Sauerstoffgehalt verhalten. Bei geringem Sauerstoffgehalt verhalten sie sich ähnlich wie bei den einfachen Verbindungen, Allylalkohol und Benzol. Dies läßt vermuten, daß sich aus den hochmolekularen Brennstoffen durch pyrogene Zersetzung Kohlenwasserstoffe von kleinerem Mol-Gewicht bilden. Weiter spricht der Verlauf der Zündstärke für einen besonders lebhaften Zerfall der hochmolekularen Kohlenwasserstoffe innerhalb eines bestimmten Temperaturbereiches.

Der Zerfall ist ein endothermer Vorgang, verbraucht also Wärme. Anderseits wird durch eine der Zündung vorausgehende Verbrennung ohne Flamme Wärme frei. Daß eine solche Verbrennung stattfindet, zeigt folgende Überlegung: Man spricht erst von einer Zündung, wenn sich eine Flamme bildet, also mindestens 800 ° erreicht sind. Die Wärme für diese Temperaturerhöhung der Gase kann nur durch die Reaktion von Kohlenstoff und Wasserstoff mit Sauerstoff erzeugt werden. Soll Zündung eintreten, so muß die durch die flammenlose Verbrennung freiwerdende Wärme stets größer sein als die für die Zersetzung der Kohlenwasserstoffe verbrauchte Wärme.

Je mehr die Verbrennungswärme den Wärmebedarf der Zersetzung überwiegt, desto stärker die Zündung. Die Mindestwerte der Zündstärke in

Gasöl nimmt die Zündstärke so gar soweit ab, daß bei mittlerem Sauerstoffgehalt und bis zu 2 ° über dem Zündpunkt die Flamme schon nicht mehr aus dem Verbrennungsraum herausschlägt; bei kleinem Sauerstoffgehalt entsteht schon von 4 ° über Zündtemperatur ab überhaupt keine Flamme mehr, sondern es wird nur nach einer gewissen Zeit eine Rauchfahne aus dem Verbrennungsraum ausgestoßen.

Abb. 11 und 12 werden also dadurch erklärt, daß bei diesen Temperaturen besonders lebhafte Zersetzungen stattfinden und somit viel Wärme verbraucht wird. Hiermit stehen die Ergebnisse der Versuche von Rieppel im Einklang[3]). Seine Dampfdrucklinien gehen in dem gleichen Temperaturbereich in Senkrechte über, was das Zeichen für die Zersetzung ist.

[3]) Mitt. üb. Forschungsarbeiten herausg. vom V. d. I., Nr. 55 (1908).

Wenn mit abnehmendem Sauerstoffgehalt die Zündstärke geringer wird, so müßte nach der obigen Annahme dann auch der Überschuß an Verbrennungswärme kleiner werden. Das kann man aus dem Verhalten der Verbrennungsatmosphäre und der Öldämpfe in der Bombe erklären. Der Sauerstoff dringt um so stärker in die Öldämpfe ein, je größer der Sauerstoffgehalt ist. Bei der Zersetzung der hochmolekularen Verbindungen verbrennen die Öldämpfe, soweit sie Sauerstoff vorfinden; der Rest zerfällt in einfachere Kohlenwasserstoffe.

Je mehr Sauerstoff vorhanden, je höher also der Sauerstoffgehalt ist, desto größer ist der Teil der Öldämpfe, der verbrennt, gegenüber dem Teil, der lediglich zerfällt. Bei der Temperatur, bei der die Zersetzung am stärksten ist, reicht sogar, wenn der Sauerstoffgehalt gering ist, die freiwerdende Verbrennungswärme nicht mehr aus, um die Temperatur bis zur Flammenbildung zu steigern; die Zündung setzt dann in einem um so größeren Temperaturbereich aus, je geringer der Sauerstoffgehalt ist.

Bei höheren Temperaturen im Verbrennungsraum wird ein Teil der Zersetzungswärme von der Verbrennungsluft oder den Wandungen geliefert, also ein größerer Teil der Verbrennungswärme für die Erwärmung der Gase verfügbar; die Zündung wird stärker. Bei niedrigeren Temperaturen dagegen ist die Neigung der hochmolekularen Öldämpfe zur Zersetzung kleiner, es wird also weniger Wärme für die Zersetzung verbraucht, so daß wieder die Verbrennungswärme überwiegt und die Zündung stärker werden kann.

Bis die Temperatur der Flammenbildung erreicht ist, verstreicht eine gewisse Zeit. Diese ist um so größer, je mehr Wärme an die Wandungen abgegeben wird, d. h. je kälter der Verbrennungsraum ist. Das erklärt die Zunahme des Zündverzuges mit fallender Temperatur. Das starke Ansteigen des Zündverzuges kurz über dem Zündpunkt beruht darauf, daß in diesem Temperaturbereich bis zum Eintritt der Zündung der Anteil der für das Verdampfen des Brennstoffes aufgewendeten Wärme größer ist als bei hohen Temperaturen. Bei diesen setzt schon in der ersten Dampfhülle, die sich um den Öltropfen bildet, die Zersetzung ein, die Zündung zur Folge hat, bevor der Brennstoff vollständig verdampft ist. Deswegen erhält man bei hohen Temperaturen zwei und mehr Zündungen hintereinander, wenn man die Sauerstoffzufuhr nicht unterbricht. Unterhalb der Temperatur, wo die stärkste Zersetzung eintritt, geht der Zerfall und infolgedessen die Verbrennung nur ganz langsam vor sich. Damit steht genügend Zeit für eine weitgehende Verdampfung zur Verfügung. Setzt aber dann die Zündung ein, so enthält der Verbrennungsraum eine solche Menge von Öldämpfen, daß die Zündung mit großer Stärke erfolgt.

Das Gleichbleiben und die Stetigkeit der Zündtemperatur bei höherem Sauerstoffgehalt erklärt sich daraus, daß unterhalb des Zündpunktes der Zerfall der hochmolekularen Öldämpfe praktisch aufhört. Änderungen in den Versuchsbedingungen können daher nur ganz geringen Einfluß auf die Zündtemperaturen ausüben. Daß trotzdem ein geringer Einfluß besteht, beruht darauf, daß die Öle aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen bestehen.

Bei den einfachen Kohlenwasserstoffen treten zwar Zerfall und flammenlose Verbrennung auch schon unterhalb der Zündtemperatur ein. Die Verbrennung verläuft aber sehr langsam. Sie beschleunigt sich mit Erhöhung der Temperatur im Verbrennungsraum. Da einfache Kohlenwasserstoffe, insbesondere die gesättigten Kohlenwasserstoffe und die Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe für den Zerfall mehr Wärme als die hochmolekularen und die ungesättigten Kohlenwasserstoffe verbrauchen, so bedingen die einfachen Kohlenwasserstoffe für die Zündung eine höhere Temperatur, was schon Holm[4]) sowie Wollers und Ehmcke[5]) festgestellt haben.

Die Umgebung hat somit einen großen Einfluß auf die Zündvorgänge. Daraus erklärt sich das labile Verhalten der Zündtemperaturen bei den einfachen Kohlenwasserstoffen. Geringe Änderungen in der Zufuhr des heißen Luft-Sauerstoff-Gemisches oder des Brennstoffes, in den Abmessungen oder in der Form des Verbrennungsraumes ändern das Verhältnis der Wärmemengen zueinander und damit die Höhe der Zündtemperatur.

Daher erhält man mit verschiedenen Versuchseinrichtungen bei der Verbrennung von hochmolekularen Kohlenwasserstoffen in Luft oder von einfachen Kohlenwasserstoffverbindungen in Luft und Sauerstoff recht verschiedene Zündtemperaturen. Vergleichversuche mit einem Kruppschen Zündpunktprüfer haben dies bestätigt. Die damit gefundenen Zündtemperaturen weichen stark von den hier angegebenen ab. Dagegen ergaben Benzin und Gasöl in Sauerstoff fast die gleichen Zündtemperaturen wie bei den vorliegenden Versuchen.

[4]) Z. f. angew. Chemie Bd. 26 (1913) S. 273.
[5]) Kruppsche Monatshefte Bd. 2 (1921).

[B 1245]

Neue Erzaufbereitung in Bad Ems

Die im Jahre 1926 in Betrieb genommene Zentralaufbereitung Silberau in Bad Ems der A.-G. für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen soll eine wirtschaftliche Aufbereitung der Erze der Emser Lagerstätte unter Zuhilfenahme der neuesten aufbereitungstechnischen Erfahrungen ermöglichen. Haupterze des für deutsche Verhältnisse sehr reichen und edlen Ganges sind silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende; örtlich auftretender Kupferkies wird in der Grube ausgehalten. Gangart sind Spateisenstein und Quarz; das Nebengestein besteht vorwiegend aus Tonschiefer.

Das durch einen Steinbrecher auf weniger als 100 mm zerkleinerte Rohhaufwerk wird geläutert und durch Klaubung der Korngrößen von 100 bis 60 mm, 60 bis 40 mm und 40 bis 22 mm 25 vH des Rohhaufwerkes als Fertigerzeugnisse abgeschieden. Das Gut von 22 bis 12 mm wird auf einer Stauchsetzmaschine, die Kornklassen von 12 bis 1,5 mm in Kolbensetzmaschinen, das Korn unter 1,5 mm nach Gleichfälligmachen in Stromapparaten auf Sandsetzmaschinen und Herden verarbeitet (Sand II geht auf Herkules-Schüttelherde). Die Schlämme unter 100 Maschen werden der Schwimmaufbereitung zugeführt.

Die Schwimmaufbereitung arbeitet mit Ekof-Scheidern in drei Systemen: 1. Spatblendenanlage (Aufgabe mit 15 vH Zn und 1,5 bis 2 vH Pb), 2. arme Zwischengutanlage, 3. Anlage für Haufwerkschlämme und reiches Zwischengut (Aufgabe mit 12 vH Zn und 8 vH Pb). Das Haufwerk der ersten beiden Anlagen wird durch je eine Kugelmühle und zwei mit Dorr-Klassierern kurzgeschlossene Rohrmühlen[1]) auf 80 bis 100 Maschen zerkleinert; bei der Anlage für reiches Zwischengut zerkleinert man das Gut in einer Rohrmühle ohne Klassierer. Die Spatblendenanlage erzeugt ein Blendenschwimmkonzentrat mit mindestens 45 vH Zn, die Anlage für arme Zwischengüter ein Konzentrat mit mindestens 42 vH Zn. Die Abgänge der Nachschäumer haben einen Zinkgehalt von weniger als 1,5 vH. Die Schwimmgeräte der reichen Anlagen erzeugen augenblicklich ein Bleiblendenkonzentrat, das auf Planstoßherden in Bleiglanz und Zinkblende zerlegt wird; die Umstellung auf eine neuzeitliche auswählende Schwimmaufbereitung ist in Erwägung gezogen. Die fertigen Blendenkonzentrate aller Schwimmanlagen werden in einem Eindicker und anschließenden Gröppel-Filtern auf etwa 10 bis 12 vH Feuchtigkeit entwässert und anschließend unmittelbar in Eisenbahnwagen verladen. Die Berge aus der Schwimmaufbereitung und die von der Entwässerung der Setz- und Herdberge stammenden Abläufe werden in einem Eindicker entwässert und mittels Mammutbaggers auf die Halde gepumpt. Das bei der Entwässerung der Setzmaschinenerzeugnisse entfallende Waschwasser wird in zwei Sümpfen geklärt und der Wäsche unter Zugabe von Frischwasser aus der Lahn in einer Menge von 7 m^3/min, bezogen auf die gegenwärtige Leistung der Anlage von 33 t/h Aufgabegut, wieder zugeführt. Die von der Maschinenfabrik Gröppel, Bochum, errichtete Aufbereitung braucht bei Vollbelastung 825 kW.

[N 1620] Pr.

[1]) „Metall und Erz" Bd. 25 (1928) S. 125.

Berichtigung

Die maschinellen Hilfsmittel des Straßenbaues.

Herstellerin des in Z. Nr. 19 vom 12. Mai 1928 S. 629 Abb. 29 abgebildeten Straßenfertigers ist die Firma J. A. Maffei, A.-G., München. [N 1680]

RUNDSCHAU

Wirtschaft

Deutschlands Außenhandel in Maschinen und elektrotechnischen Erzeugnissen

Wenn auch die deutsche Maschinenausfuhr im Jahre 1927[1]) hinter der von 1913 dem Gewicht nach noch um 20 vH, dem Werte nach — bei Umrechnung über den amtlichen Maschinenpreis-Index — um 5 vH zurückblieb, so wurde doch die Vorkriegsausfuhr bei einigen Maschinenarten, z. B. Textilmaschinen, Arbeitsmaschinen, Maschinen für die Papierindustrie, bereits überholt.

Von besonderer Bedeutung ist die stetige Zunahme der Maschinenausfuhr in den letzten drei Jahren; sie beweist, daß die deutsche Maschinenindustrie trotz gesteigerten Inlandabsatzes und trotz der hohen Zollschranken des Auslandes, trotz verschärften Wettbewerbes mit den Maschinenindustrien Englands und Amerikas im Ausland immer weiter Fuß gefaßt hat.

Aus diesem Grunde fällt auch die recht erhebliche Zunahme der Maschineneinfuhr im vergangenen Jahre nicht so sehr ins Gewicht. Gehört doch die deutsche Maschinenindustrie zu denjenigen deutschen Ausfuhrindustrien, die, wie Lange im „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) Heft 5 S. 230 zeigt, den größten Ausfuhrüberschuß erzielte, Zahlentafel 1.

[1]) Vergl. Maschinenbau Bd. 7 (1928) S. 281.

Zahlentafel 1. Ausfuhrüberschuß

	1926 Mill. ℳ	1927 Mill. ℳ
Maschinenindustrie	706	786
Chemische Industrie	638	705
Elektrotechnische Industrie	368	392
Textilindustrie	787	315

Auch sonst hat sich die Stellung der deutschen Maschinenindustrie im letzten Jahr international erheblich gebessert. Die Ausfuhr hat die Englands überholt und nimmt hinter Amerika auf dem Weltmarkt den zweiten Platz ein. Die Einzelergebnisse der deutschen Maschinen-Ein- und -Ausfuhr sind aus Zahlentafel 2 und 3 ersichtlich.

Gleich günstig hat sich die deutsche Elektroausfuhr in den letzten Jahren entwickelt. Wir sahen bereits aus Zahlentafel 1 den erheblichen Ausfuhrüberschuß dieses Industriezweiges. Die günstigsten Ergebnisse der einzelnen Gruppen sind aus den Zahlentafeln 4 und 5 auf S. 862 ersichtlich.

In zwei Gruppen der Ausfuhr (Kabel und isolierte Leitungen, sowie Telegraphie und Telephonie) finden wir allerdings gegenüber dem Vorjahr einen leichten Rückgang, der jedoch durch die Zunahme der übrigen Gruppen mehr als wettgemacht wird.

Zahlentafel 2
Deutschlands Maschinenausfuhr 1925, 1926 und 1927

Fachverbands-gruppe	Erzeugnisse[2])	1925 t	1926 t	1927 t	1925 1000 ℳ	1926 1000 ℳ	1927 1000 ℳ
I	Werkzeugmaschinen	58 155	72 775	77 056	95 751	109 821	137 429
II	Textilmaschinen und Zubehör	58 258	57 918	65 312	144 432	154 324	175 933
III	Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte	73 380	82 119	68 397	61 227	72 177	63 337
IV	Dampflokomotiven und Tender	22 573	17 128	24 598	27 171	25 065	35 489
V	Kraftmaschinen	49 954	53 691	58 664	86 436	95 456	117 618
VI	Arbeitsmaschinen	17 193	16 317	19 537	36 536	40 191	46 762
VII	Hütten-, Stahl- und Walzwerksanlagen und -maschinen[3])	—	—	—	—	—	—
VIII	Mechanische Fördermittel und Waagen	20 234	25 289	36 638	24 229	30 093	42 438
IX	Maschinen für die Papierindustrie und das graphische Gewerbe	25 769	24 029	31 549	60 118	57 387	73 170
X	Maschinen für die Nahrungs-, Genußmittel- und chemische Industrie	17 314	16 459	17 360	25 502	25 077	27 653
XI	Maschinen für die Aufbereitung von Kohlen, Erzen, Steinen und Erden	11 486	11 925	19 184	11 703	12 642	20 161
XII	Sonstige Maschinen und Maschinenteile, Verschiedenes	82 128	89 076	109 596	161 796	175 511	219 848
XIII	Apparate[3])	—	—	—	—	—	—
I bis XIII	insgesamt	436 444	466 726	527 891	734 901	797 744	959 838

Zahlentafel 3
Deutschlands Maschineneinfuhr 1925, 1926 und 1927

Fachverbands-gruppe	Erzeugnisse[2]) II, III, VIII,	1925 t	1926 t	1927 t	1925 1000 ℳ	1926 1000 ℳ	1927 1000 ℳ
I	Werkzeugmaschinen	5 180	3 229	5 833	15 339	7 165	14 417
II	Textilmaschinen und Zubehör	18 905	15 410	26 549	33 493	23 903	44 439
III	Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte	3 803	5 882	11 064	5 715	10 339	20 756
IV	Dampflokomotiven und Tender	138	176	157	105	101	100
V	Kraftmaschinen	3 982	3 679	8 190	10 682	8 228	27 258
VI	Arbeitsmaschinen	891	1 027	1 752	2 060	6 305	7 597
VII	Hütten-, Stahl- und Walzwerksanlagen und -maschinen[3])	—	—	—	—	—	
VIII	Mechanische Fördermittel und Waagen	1 186	1 184	1 948	1 395	1 171	1 736
IX	Maschinen für die Papierindustrie und das graphische Gewerbe	1 728	1 125	1 630	4 413	3 730	5 788
X	Maschinen für die Nahrungs-, Genußmittel- und chemische Industrie	596	482	964	968	725	1 383
XI	Maschinen für die Aufbereitung von Kohlen, Erzen, Steinen und Erden	1 694	986	1 956	2 094	1 099	2 412
XII	Sonstige Maschinen und Maschinenteile, Verschiedenes	7 442	7 251	14 535	22 678	28 753	47 410
XIII	Apparate[3])	—	—	—	—	—	—
I bis XIII	insgesamt	45 544	40 431	74 578	98 942	91 519	173 296

[2]) Nach Abschnitt 18A des Zolltarifs nebst einigen, zu den Fachgruppen II, III, VIII und XII gehörenden Tarifnummern aus Abschnitt 17.
[3]) Ein- und Ausfuhrzahlen sind nicht festzustellen, da die Erzeugnisse zum Teil in andern Fachverbandsgruppen mitenthalten, z. T. zusammen mit verschiedenen andern, nicht hierhergehörenden Erzeugnissen im Abschnitt 17 des Zolltarifs aufgeführt sind.

Zahlentafel 4

Deutschlands Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse 1925, 1926 und 1927

Gegenstand	1925	1926	1927[4])
		1000 ℳ	
Elektr. Maschinen, Transformatoren usw.	51 803	54 792	69 269
Kabel u. isolierte Leitungen	56 452	75 571	63 398
Telegraphie- u. Telephonie-, einschließl. Sicherungs- u. Signalapparate	24 507	35 388	26 154
Drahtlose Telegraphie- u. Telephonie-Apparate	29 566	31 636	37 429
Schaltapparate, Installationsmaterial usw.	77 156	80 221	100 194
Elektr. Glühlampen	26 786	22 513	26 753
Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtg.	31 564	30 619	32 509
Sonstige elektr. Apparate u. Erzeugnisse	58 487	60 065	71 723
Insgesamt	356 321	390 805	427 429

[4]) Ohne Reparationslieferungen.

Zahlentafel 5

Deutschlands Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse 1925, 1926 und 1927

Gegenstand	1925	1926	1927
		1000 ℳ	
Elektr. Maschinen, Transformatoren usw.	5 876	8 885	11 135
Kabel u. isolierte Leitungen	2 612	1 332	3 416
Telegraphie- u. Telephonie-, einschließl. Sicherungs- u. Signalapparate	1 326	1 147	1 210
Drahtlose Telegraphie- u. Telephonie-Apparate	1 036	2 747	4 227
Schaltapparate, Installationsmaterial usw.	1 236	3 144	6 032
Elektr. Glühlampen	2 412	2 183	4 091
Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtg.	5 302	1 336	1 551
Sonstige elektr. Apparate u. Vorrichtungen	2 605	2 194	4 165
Insgesamt	22 405	22 968	35 827

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Maschinen- und die elektrotechnische Industrie mit zu den Eckpfeilern der deutschen industriellen Wirtschaft zählen, deren Pflege im Interesse der gesamten Volkswirtschaft liegt. [N 1518]

Fr.

Abb. 1 Gesteinbohrer mit schwach verdrallter Schneide

a Zentrierspitze
b Bohrer
c Anschlagring
d Halterstück
e Niet
f Gestänge
g Sicherungsstift

Abb. 2 und **3** Getriebebohrer mit ziemlich stark verwundener Schneide

a Zentrierspitze
b Bohrer
c Ring

Bergbau

Der Gesteinbohrer mit austauschbarer Zentrierspitze.

Unter den Gesteinbohrern, die man im Bergbau verwendet, sind die Leistungen der Gabelbohrer ohne Zentrierspitze recht beachtenswert, da sie auf Grund ihrer Form eine große Brechwirkung während der Bohrarbeit aufweisen. Die Gabelbohrer mit Zentrierspitze vereinigen alle guten Eigenschaften auf sich in bezug auf eine gute Zentrierung sowie eine glattwandige Führung. An der Spitze haben die Bohrer jedoch verringerte Schnittgeschwindigkeit; sie gebrauchen daher einen erhöhten Kraftaufwand, wenngleich auch die Zentrierspitze der Bohrer exzentrisch zu der äußeren Führung wirkt, d. h. die Zentrierspitze außerhalb der neutralen Achse des Bohrers liegt und den im Gestein gebildeten Kegel zerstört.

Einen Gesteinbohrer, der die Vorteile der beiden Bohrerbauarten in sich vereinigt, ohne deren Nachteile aufzuweisen, zeigt Abb. 1. Die Brechwirkung ist infolge der vorteilhaften Schnittflächen die gleiche wie beim Fehlen einer Zentrierspitze. Die glattwandigen Löcher werden wie bei den Bohrern mit Zentrierspitze hergestellt. Die Zentrierung wird bei dem neueren Bohrer mittels einer Zentrierspitze *a* eingeleitet. Sobald der Bohrer *b* bis zum Anschlagring *c* der aufgesetzten Bohrerspitze am Gestein anliegt, wird der Bohrer *b* zurückgezogen und die Spitze aus

Abb. 4 und **5** Leichte Bohrweise, jedoch unregelmäßige Bohrungen, da keine Führung.

Abb. 6 und **7** Infolge Spitzenschnittes verringerte Schnittgeschwindigkeit, jedoch glatte Bohrungen, da Führung.

Abb. 8 und **9** Leichte Bohrweise, glatte Bohrungen, bequemes Ansetzen, höchste Leistung.

dem Gestein entfernt. Die Anbohrung genügt für die Führung des nunmehr als Gabelbohrer arbeitenden Gesteinbohrers. Wegen der nur kurzen Anbohrarbeit weist die Spitze *a* eine recht lange Lebensdauer auf, was bei den Bohrern mit feststehender Spitze nicht der Fall ist. Die Bohrerschneide stellt man aus hochwertigem Edelstahl her. Die Schneide ist in dem Halterstück *d* mittels Nietes *e* in einem Schlitz befestigt. Das Gestänge *f* nimmt den Halter in einem angedrehten Zapfen auf. Die Mitnehmerflächen sind auf beiden Seiten des Stiftes angefräst und legen sich in die Ausfräsung des Gestänges *f*. Ein Sicherungsstift oder Splint *g* sichert den Bohrer bei seiner Zurücknahme aus dem Bohrloch. Die Schneide, Abb. 1, ist schwach verdrallt, dagegen weist die in Abb. 2 und 3 eine ziemlich starke Verwindung auf. Der Werkstoff von *b* wird vor der Verarbeitung in Stangenform auf warmem Wege verdreht. Entsprechend dem Drall oder der Verwindung muß auch die Zentrierspitze *a* ausgebildet sein. Der Ring *c* ist mit vier Nieten an der Bohrerspitze *a* befestigt. Spitze sowie Bohrer bestehen aus hochwertigem Wolframstahl. Die Verbindung mit dem Halter ist die gleiche wie in Abb. 1. Infolge der starken Verwindung wird der Schnittdruck während der Bohrarbeit herabgesetzt.

Abb. 4 bis 9 zeigen die verschiedenen Bohreranordnungen. Dadurch, daß die Bohrerschneide des Gabelbohrers ohne Zentrierspitze, Abb. 4, keine seitliche Führung hat, ist das Bohrloch, Abb. 5, unregelmäßig; die Sprengpatrone kann man nur unter Schwierigkeiten einführen. Bei der Ausführung, Abb. 6 und 7, ist jedoch durch die Anbringung der Zentrierspitze die Form insofern bedingt, daß die seitlichen Schneiden nur geringen Widerstand aufweisen und daher häufig zum Bruch neigen. In dem Gesteinbohrer mit austauschbarer Zentrierspitze, Abb. 8, sind die Kon-

Abb. 10 und **11** Vorrichtung zum Abrunden der abgesägten Bohrerschneiden mittels Formfräsers.

a Vorrichtung
b Bodenplatte
c Spannschrauben
d Spannstück
e Zwischenstück
f Ausgleichschrauben
g Nutensteine
h Schrauben
i Bohrerschneiden
k Formfräser

struktionen, Abb. 4 und 6, vereinigt. Infolge der kräftigen Schneidenform steigt die hohe Leistungsfähigkeit. Die Zusatzspitze ist in Abb. 1 und 8 gestrichelt dargestellt.

Ein Werkzeug, das man in einem so hohen Maße verwendet, muß man aber auch billig herstellen können. Man bearbeitet es daher in Lehren. Abb. 10 und 11 zeigen das Abrunden der abgesägten gleich dicken Bohrerschneiden *i* mittels Formfräsers *k*. Die aus Gußeisen hergestellte Vorrichtung *a* ist der besseren Bearbeitung wegen mit einer Bodenplatte *b* durch sechs Schrauben verbunden. Zwecks genauer Ausrichtung hat die Bodenplatte Nutensteine *g*, die sich in die Tischnut der Fräsmaschine spielfrei einlegen. Die drei Spannschrauben *c* wirken auf die Spannstücke *d*, die untereinander geteilt sind, damit jedes Paket eine äußerst feste Spannung erhält. Die Ausgleichschrauben *f* spannen die Arbeitstücke in der Fräsrichtung. In der Vorrichtung kann man zwölf Schneiden in einer Aufspannung bearbeiten. Zweckmäßigerweise befestigt man zwei Vorrichtungen auf einer Schwenkplatte, so daß in der einen Vorrichtung die Bohrschneiden bearbeitet werden, während die andre entleert und neu gefüllt wird.

Mittels der Vorrichtung, Abb. 12 und 13, bohrt man das Nietloch in der Schneide. Die Schneide liegt zwischen vier Stiften *g*, die zur Hälfte abgefräst sind. Der Spannkloben *b* wird in einer Bohrung des Vorrichtungskörpers *a* geführt und wird auch hier mittels eines Keiles *c* gegen die Schneide gespannt. Die Spannfläche ist so ausgearbeitet, daß sie sich der Schneidenform anpaßt. Nach Lösung des Keiles *c* zieht die Feder *f*, die an den Stiften *e* und *d* befestigt ist, den Kolben *b* zurück. Der Stift *d* ist etwas länger gehalten, um ihn gegen das Werkstück zu schieben.

Die so vorgearbeiteten Schneiden werden in Gas- und Ölöfen erwärmt und zwischen zwei Formplatten in einer Vorrichtung verwunden. [M 519]

Berlin O. Lich.

Abb. 12 und **13** Vorrichtung zum Bohren des Nietloches in der Schneide des Gesteinbohrers.

a Vorrichtung
b Spannkloben
c Spannkeil
d langer Stift
e kurzer Federstift
f Feder
g vier abgefräste Stifte, zwischen denen die Schneide liegt

Meßgeräte

Selbstschreibendes Potentiometer

Die Wirkungsweise des Potentiometers beruht darauf, daß die regelbare elektromotorische Kraft des Potentiometers die vom Thermoelement des Pyrometers erzeugte elektromotorische Kraft ausgleicht, bis ein Galvanometer das Gleichgewicht durch Stromlosigkeit anzeigt. Das Galvanometer dient weder zu Meßzwecken, noch verrichtet es mechanische Arbeit. Die elektromotorischen Kräfte werden vielmehr entweder mit der Hand oder durch ein elektrisch angetriebenes Hebel- und Nockengetriebe selbsttätig ausgeglichen. Fehlerquellen in der Genauigkeit der Messung werden infolge der hohen Gleichmäßigkeit sowohl des Widerstandes der Manganinspule als auch der Spannung des Normalelements und ferner durch den selbsttätigen Ausgleich der kalten Lötstellentemperatur weitgehend ausgeschaltet.

Zum Ausgleich verändert man das Verhältnis der im Nebenschluß zum Potentiometerstromkreis liegenden Widerstände *e* und *f* zu einander, Abb. 14. Die Spule *f* ist unveränderlich; die veränderliche Nickelspule *e* liegt in der Nähe der kalten Lötstelle. Sie sind so bemessen, daß die Widerstandänderung der Nickelspule mit der Temperatur der kalten Lötstelle ebenso auf den Ausgleich des Potentials zwischen *c* und *d* wirkt wie eine Verschiebung des Punktes *d* auf dem Widerstandring des Potentiometerstromkreises. Ein mit gleichförmiger Geschwindigkeit laufender Elektromotor gleicht durch eine Verbindung von Hebeln und Nocken die Potentiometerbrücke selbsttätig aus und treibt gleichzeitig einen mit Uhrzeit abrollenden Papierstreifen, auf dem die Temperatur-Zeitkurve selbsttätig aufgezeichnet wird. Wenn kein Strom durch den Meßstromkreis fließt, Abb. 15, befindet sich die Galvanometernadel in der Lücke zwischen den durch die Feder *n* verbundenen Winkelhebeln *l* und *m*, die um die Zapfen *h* schwingen. Durch den Nocken *p* auf der durch den Motor angetriebenen Welle *t* wird der Bügelarm *o* in regelmäßigen Zeitabschnitten angehoben und gesenkt. Der kurze Anhub wird zum Ausgleich der elektromotorischen Kräfte im Potentiometer- und Meßstromkreis, verbunden mit der Temperaturanzeige und -aufzeichnung benutzt, indem der Schleifkontakt *c*, Abb. 14, auf dem Gleitwiderstand selbsttätig im Verhältnis zum Ausschlag des Galvanometers verstellt wird.

Beim Senken des Bügelarmes *o*, Abb. 15 und 16, bewirkt die abgelenkte Nadel des Galvanometers im Verhältnis zur Größe ihres Ausschlages eine Drehung des Winkelhebels *l* oder *m*. Diese Drehung überträgt sich durch die Zapfen *q* auf den Arm *r*. Dieser kehrt nach Kupplung mit der Scheibe *s*, durch eine der Kurvenscheiben *u* gesteuert, in die wagerechte Lage zurück und nimmt infolgedessen die Scheibe *s* um ein dem Ausschlag der Galvanometernadel verhältnisgleiches Maß mit. Der Gleitwiderstand des Meßstromkreises ist mit der Scheibe *s* verbunden, so daß durch

Abb. 14 Schaltung des Potentiometers.

Erklärung zu Abb. 14 bis 16
a Potentiometer-Batterie
b Gleichrichterstand
c Schleifkontakt
d Anschlußpunkt des Galvanometers
e Nickelspule
f unveränderliche Spule
g Galvanometer
h Drehzapfen für *l* und *m*
i Drehzapfen für Bügelarm *o*
k Stützschiene für Galvanometernadel
l, *m* Winkelhebel
n Feder, *l* und *m* verbindend
o Bügelarm
p Nocke auf Welle *t*
q Zapfen in Verbindung mit *r*
r Kuppel- und Steuerarm
s Steuerscheibe
t Steuerkurvenwelle
u Steuerkurve

Abb. 15 und **16**

Richtung und Größe ihrer Drehung der Ausgleich im Meßstromkreis herbeigeführt wird. Die Scheibe s betätigt außerdem einen Schreibstift oder einen Mehrpunktschreiber, Abb. 17, der den ununterbrochenen Kurvenzug oder die unterbrochene Punktreihe auf dem mit Uhrzeit abrollenden Papierstreifen mit einer Genauigkeit von 2,5 vT des Temperaturbereiches aufzeichnet. Bei verschiedenen Meßstellen werden die Thermoelemente nacheinander in regelmäßiger Folge und in einem regelmäßigen Zeitabstand an den Potentiometerstromkreis angeschlossen.

Das Potentiometer kann zur Fernanzeige, als Alarmvorrichtung und als Regler benutzt werden. Bei Fernanzeige ist das anzeigende Gerät das Galvanometer des Stromkreises einer Wheatstoneschen Brücke, bei der zwei Zweige durch einen auf der Scheibe s, Abb. 15, angebrachten Gleitwiderstand gebildet werden. Zum Warnen beim Überschreiten einer bestimmten Temperatur schließt der den Schreibstift tragende Schlitten einen Signalstromkreis.

Soll das Gerät außer zum Aufzeichnen des Temperaturverlaufes gleichzeitig als Regler Verwendung finden, so werden auf der Welle der Scheibe s, Abb. 15, sitzende Kontaktscheiben auf die einzuhaltende Temperatur eingestellt. Steigt oder fällt die Temperatur der Meßstelle, so drehen sich diese Kontaktscheiben mit der Scheibe s und schließen dabei durch Kontakte Relaisstromkreise zur Betätigung der die Wärme regelnden Organe. [M 1011]

Barmen H. Narath

Abb. 17. Selbstschreibendes Potentiometer, Innenansicht.

Technische Mechanik

Versuche mit freiaufliegenden rechteckigen Platten unter Einzelkraftbelastung[1])

Mitteilung aus dem Institut für angewandte Mechanik der Universität Göttingen.

Die Versuche, die man bisher zur Prüfung der Biegungstheorie der elastischen Platten angestellt hat, scheinen die Grundlagen der Rechnung für elastisch-isotrope Platten gut zu bestätigen. Inwieweit jedoch die der Rechnung zugrunde gelegten Randbedingungen bei den rechteckigen Platten in den wichtigsten in den Anwendungen vorkommenden Fällen erfüllt sind, ist bisher noch nicht hinreichend bekannt. Daher wurden auf Anregung von Professor Nádai Versuche zur Prüfung der Voraussetzungen der Rechnung bezüglich der Innehaltung bestimmter Randbedingungen bei einer rechteckigen Platte angestellt. Zur Untersuchung gelangte der in den Anwendungen der Plattenstatik viel benutzte Fall der Navierschen Grenzbedingungen bei einer in einem beliebigen Punkte durch eine Einzelkraft belasteten freiaufliegenden rechteckigen Platte.

Die von Navier aufgestellte Lösung der Plattengleichung einer rechteckigen Platte unter Einzelkraftbelastung eignet sich nicht besonders zur Angabe der Durchbiegungen und der Spannungsverteilung. Nádai hat gezeigt, daß die elastische Fläche und die Spannungsverteilung einer rechteckigen Platte sich durch Superposition von Lösungen der Plattengleichung für den freiaufliegenden unendlich langen Plattenstreifen unter Einzelkraftbelastung ergibt. Infolge der Bedeutung der Plattenstreifen-Lösung für die Plattenstatik wurden daher Grundlösungen des Plattenstreifens für vier verschiedene Angriffspunkte der Einzelkraft aufgestellt, und zwar wurden die Durchbiegungen der elastischen Fläche, die Verteilung der Biegungsmomente m_x und m_y und des Scherungsmomentes $m_{x,y}$ und die der Stützkräfte auf dem Rand in Profilschnitten angegeben. Die Biegungs- und Scherungsmomente hängen von einer Funktion φ und ihrer ersten Ableitungen ab. Diese Funktion stellt die Momentensummenfläche des Parallelstreifens dar und ist die in der Potentialtheorie benutzte Greensche Funktion des Parallelstreifens, deren Schichtenpläne für vier verschiedene singuläre Stellen mit Hilfe der Verfahren der konformen Abbildung graphisch ermittelt wurden.

Zur Prüfung der elastischen Flächen rechteckiger Platten gelangte der von Nádai entworfene Versuchsplan zur Durchführung. Die Versuchskörper waren Spiegelglasplatten mit dem Seitenverhältnis $b/a = 1, 2, 3, 4$ mit der Seitenlänge $a = 25$ cm und einer mittleren Dicke von 0,33 cm. Der Elastizitätsmodul des Werkstoffes wurde aus Biegungsversuchen mit Glasstreifen und der Schubmodul aus der Beanspruchung einer quadratischen Platte auf reinen Schub ermittelt. Die Versuchsanordnung besteht aus einem starren Rahmen zur Lagerung des Versuchskörpers (die Platte ruht auf Auflagerschienen, die in senkrechter Richtung verschiebbar sind, frei auf), aus einem Hebel mit einem Laufgewicht zur Erzeugung der Einzelkraft und aus einem Gerät zur Messung der Durchbiegungen der verbogenen Platte, das längs der Platte zur Aufnahme von Profilschnitten der elastischen Fläche verschiebbar ist.

Die Biegungsversuche mit freiaufliegenden rechteckigen Platten unter Einzelkraftbelastung in der Mitte zeigen infolge des Abhebens der Ecken einen größten Biegungspfeil, der von dem berechneten um so mehr abweicht, je mehr sich das Seitenverhältnis dem der quadratischen Platte nähert. Die Ecken heben sich stärker hoch und ermöglichen ein größeres Nachgeben der Platte als bei festgehaltenen Ecken. Da die quadratischen Platten die größte Abweichung von der theoretischen Gestalt der elastischen Fläche einer Platte unter den Grenzbedingungen $w = 0$, $\Delta w = 0$ zeigten, wurden mit einer quadratischen Platte von größeren Abmessungen weitere Versuche gemacht, bei denen die Auflagerbedingungen verändert wurden. Insbesondere war von Interesse, das Abheben der Ecken zu verfolgen. Mit Hilfe eines Eckbelastungsgerätes, das auf den vier Ecken der Platte steht und gestattet, für jede Laststufe der Einzelkraft in der Mitte die der Rechung entsprechende Eckkraft zu erzeugen, ist die Naviersche Randbedingung verschwindender Durchbiegung erfüllbar: Die verbogene elastische Fläche der freiaufliegenden quadratischen Platte mit festgehaltenen Ecken stimmt mit der theoretischen Gestalt der Fläche bis auf 1 vH überein.

Es entsteht nunmehr die Frage, ob eine kleinere als die berechnete Eckkraft ein Abheben der Ecken verhindert hätte. Daher wurde bei konstant gehaltener Eckbelastung die Einzelkraft in der Mitte verändert und die Bewegung der Ecken beobachtet. Infolge der ungleichmäßigen Verteilung der Auflagerkräfte längs der Auflagerschienen konnten jedoch auf diese Weise die kritischen Werte der Einzelkräfte nicht hinreichend genau beobachtet werden. Daher wurde ein Versuch bei einer elastischen Unterstützung der quadratischen Platte in den Mitten ihrer Seiten zur Bestimmung des Auflagerdruckes gemacht. Die Auflagergeräte gestatten, den Druck der Platte auf seine Unterstützung zu messen. Es zeigt sich, daß die Einzelkraft in der Mitte sich gleichmäßig auf die Auflagerpunkte verteilt, daß die Summe der Eckkräfte, die die Ecken der Platte bei Einzelkraftbelastung in der Mitte in die ursprüngliche Nulllage zurückbringen, gleich ⅕ des Betrages der Einzelkraft in der Mitte ist. Ersetzt man die Kugeln, auf denen die Platte punktweise aufliegt, durch Auflagerschienen, auf denen die Platte im mittleren Viertel ihrer Seiten aufliegt, so ist die Summe der Eckkräfte gleich ¼ des Betrages der Einzelkraft in der Mitte. Der von der Theorie geforderte Wert, daß die Summe der Eckkräfte gleich dem 0,54fachen Werte der Einzelkraft in der Mitte ist, wenn die Platte allseitig frei aufliegt, ist hiermit noch nicht nachgewiesen.

Dresden [N 1408] M. Bergsträßer

[1]) Auszug aus Heft 302 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, VDI-Verlag G. m. b. H. Berlin 1928. Auf ausführliche Literaturhinweise wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Berichtigung

Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates

In Nr. 21 d. J. S. 721 r. Sp. Abschn. „Mensch", 7. Zeile, muß es heißen: Es wurde ein Sammelwerk eingeleitet, das die Bezeichnung „**Werkstatt** gerechtes Konstruieren" trägt. [N 1669]

Kleine Mitteilungen

Der Fahrzeugölmotor von A. Saurer

Der neueste Sechszylindermotor von A. Saurer & Co., Arbon, Schweiz, von 110 mm × 150 mm[1]) ist so entworfen, daß er sich leicht für den Betrieb mit Gasöl umbauen läßt. In den Zylinderkopf wird eine ungekühlte Zündkammer mit verengtem Austritt eingebaut, in die der Brennstoff von unten her eingespritzt wird, derart, daß sich der Brennstoff und die aus dem Zylinder hinzutretende verdichtete Luft in gleicher Richtung bewegen. Die Luft wird auf 32 at verdichtet. Bei kaltem Wetter muß man die Zylindermäntel mit warmem Wasser füllen und eine elektrische Hilfszündung in Tätigkeit setzen, um den Motor mittels des elektrischen Anlassers in Gang bringen zu können.

Die Brennstoffpumpe hat getrennte Kolben für jeden Zylinder, die man mittels des üblichen Drosselhebels um ihre Achse dreht, um die Einspritzmenge zu ändern. Der Zeitpunkt des Einspritzbeginns ist unveränderlich und liegt etwa 40 ° vor dem oberen Totpunkt. Der Einspritzdruck beträgt 60 at.

Durch Vergleichversuche hat man ermittelt, daß der Motor bei Ölbetrieb um rd. 15 vH geringere Höchstleistung erreicht als bei Benzinbetrieb. Dagegen sind die Ersparnisse an Brennstoffkosten sehr hoch, außerdem ist der Motor fahrtechnisch besser. Ein Motor mit vier Zylindern von 110 × 180, der bei 1200 Uml./min 44 PS leistet, zieht den vollbeladenen 3,5 t-Wagen, der 8,5 t wiegt, mit dem dritten Getriebegang aus dem Stillstand an und beschleunigt ihn von 6,9 auf 39,7 km/h Geschwindigkeit in 62 s. („Automotive Industries“ 19. Mai 1928 S. 770/71*)
[N 1702 a] H.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 104.

Entwicklungsmöglichkeiten der Dampflokomotive

Auf der internationalen Lokomotivbrennstoff-Tagung in Chikago kam zum Ausdruck, daß eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und der Leistung der Dampflokomotive durchaus noch möglich sei. Man sprach von 10 000 PS indizierter Leistung als oberer, immerhin erreichbarer Grenze. Auf zwei Wegen könnte man dahin gelangen: Erhöhung des Eintrittsdruckes oder Erniedrigung des Gegendruckes. So hoch auch der Nutzen der Kondensation an sich und für Landdampfmaschinen ist, für Lokomotiven ist hier noch keine geeignete, zu empfehlende Lösung gefunden. Mehr Aussicht hat gegenwärtig die Steigerung des Druckes in das Gebiet des Hochdruckes. Aber auch hier sind wirtschaftliche und betriebliche Grenzen gezogen. Die obere Grenze dürfte mit Rücksicht auf diese Bedingungen bei 70 at liegen, wobei sich 7500 PS_i in einer Lokomotiveinheit erreichen ließen. Die Anwendung des Bensonverfahrens, also bis zum kritischen Druck von 225 at zu gehen, fand in den Kreisen der Versammlung keine Befürworter.

Andre Mittel, die Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive zu erhöhen, stehen in der äußersten Ausnutzung der Zugkraft zur Verfügung, wodurch der Dampf- und somit der Kohlenverbrauch, bezogen auf 1 tkm, wesentlich herabgedrückt wird. („Railway Age“ 19. Mai 1928 S. 1153*)
[N 1702 b] Ro.

Zweigleisiger Eisenbahnbetrieb in beiden Fahrtrichtungen

Die von Chikago ausgehende Strecke der Illinois-Zentralbahn ist auf die ersten 50 km vielgleisig, es folgen 8 km viergleisig, dann 40 km dreigleisig und schließlich zweigleisige Strecke. Die ersten 32 km der zweigleisigen Strecke, von Otto bis Gilman, sind am stärksten besetzt, weil in Gilman die eingleisige Strecke nach St. Louis abzweigt, während die zweigleisige Strecke nach New Orleans weiterführt. Zur Bewältigung der dichten Zugfolge wird dieser zweigleisige Abschnitt seit 1924 wie zwei eingleisige Bahnen betrieben, indem beide Gleise je nach Bedarf in der einen oder andern Richtung benutzt werden.

Die Strecke besteht aus vier Blockabschnitten von etwa je 8 km Länge. Vorzugsweise wird rechts gefahren, der überholende Zug fährt dann links, bis er den andern Zug überholt hat. Ein Blockabstand von 8 km genügt aber selbst für Schnellzüge nicht, um Güterzüge zu überholen. Man läßt daher u. U. einen Güterzug noch kurz vor Personenzügen links vorausfahren, schickt den Personenzug auf dem rechten Gleis nach und lenkt alsbald dahinter den Güterzug auf das rechte Gleis über. Das Verfahren wird besonders, wenn sich die Züge in den einzelnen Richtungen zu gewissen Zeiten häufen und diese Häufungen mit Pausen für die andre Richtung zusammenfallen, eine dichtere Zugfolge als im normalen Betrieb ermöglichen.

Der Verkehr auf der erwähnten Strecke weist täglich 11 bis 13 Personenzüge und 21 bis 26 Güterzüge in jeder Richtung auf, die sich aber zeitlich ungünstig verteilen. („Railway Age“ 17. März 1928 S. 588) [N 1702 d] M.

Flugzeughalle in Eisenbeton

Die französische Kriegsmarine hat vor kurzem bei Orly eine Flugzeughalle in Betrieb genommen, die mit zwei zu beiden Seiten angebauten Nebenhallen 7500 m² Grundfläche bedeckt. Die Haupthalle ist 55,8 m breit und 60 m lang, das parabolische Dach hat 8 m Pfeilhöhe und besteht aus 41 Betonbogen, die 1,50 m Abstand voneinander haben und an jeder Längswand auf einem durchgehenden Träger ruhen. Diese beiden Träger stützen sich wiederum in Abständen von rd. 6 m auf je elf 14,25 m hohe Streben aus Eisenbeton von 0,6 × 0,6 m² Querschnitt, die auch zur Abstützung der Nebenhallendächer dienen. Der Zwischenraum zwischen den Streben ist mit Mauerwerk ausgefüllt. Die Windbelastung nimmt an jeder Stirnwand ein außen angebrachter parabolischer Träger auf, der sich gegen besondere Streben an den beiden Längswänden der Haupthalle abstützt.

Die beiden Nebenhallen sind je 60 m lang und 35 m breit und haben 7,65 m hohe Seitenwände. An der vorderen Stirnwand der Haupthalle sind nebeneinander vier eiserne Schiebetüren von je 13,08 m Länge und 12 m Höhe angebracht, die elektrisch betätigt werden. Die Bauzeit betrug 18 Monate, die Kosten über 3 Mill. Frcs. („Le Génie Civil“ 21. April 1928 S. 385*) [N 1702 e] Sd.

Sullivan-Schrämmaschine

Eine neue, zum Schrämen und Schlitzen geeignete Kettenschrämmaschine ist von der Sullivan Machinery Co. durchgebildet worden. Die auf Rädern laufende 7,8 t schwere Maschine wird durch einen schlagwettersicher gekapselten Elektromotor von 23 kW angetrieben; die einzelnen Bewegungen mit Ausnahme des Schrämkettenantriebes werden durch Reibkupplungen übertragen. Die 2,75 m lange Schrämkette kann in jeder beliebigen Höhe des Flözes söhlig schrämen und außerdem, da der Schrämkopf sich um 360 ° drehen läßt, auf beiden Seiten der 5,7 m langen und 0,86 m hohen Maschine senkrecht schlitzen. Um den Unebenheiten des Liegenden oder Bergeeinlagerungen im Flöz folgen zu können, läßt sich die Kette durch Heben oder Senken der Radachsen senken. („Colliery Guardian“ 9. März 1928 S. 932) [N 1702 f] Pr.

Das Homo-Verfahren zum Glühen von Stahl

Beim Glühen von Stahl ist es wünschenswert, für einen bestimmten Zweck und eine bestimmte Stahlsorte immer genau die gleiche Temperatur einhalten zu können und diese Temperatur auch allen im Herdraum untergebrachten Teilen gleichmäßig mitzuteilen. Man muß also die Temperatur gut regeln, gleichmäßig über den Herd verteilen und gleichmäßig bis zur gewünschten Höhe steigern können. Ferner muß die Regelvorrichtung einfach und die Zeit, die notwendig ist, um die Beschickung auf die gewünschte Temperatur zu bringen, möglichst kurz sein, um die Öfen möglichst leistungsfähig zu machen.

Bei den verhältnismäßig niedrigen Glühtemperaturen kommt nur unmittelbare Wärmeübertragung in Frage. Der Homo, ein elektrischer Glühofen, verstärkt die Wärmeübertragung durch Luftbewegung innerhalb des Herdraumes. Ein nach Art der Topfglühöfen gebauter elektrischer Ofen mit abnehmbarem Deckel, nach außen gut isoliert, enthält einen korbartigen Behälter, in dem die zu glühenden Stahlteile untergebracht sind. In dem Zwischenraum zwischen Innenwand und Korb sind elektrische Heizwiderstände aus Chrom-Nickeldraht angeordnet. Der korbartige Behälter ist oben offen, während der Boden als Rost ausgebildet ist. Unterhalb des Rostes des Behälters befinden sich die Flügel eines Lüfterrades, das von einem Motor außerhalb des Ofens angetrieben und in bestimmten Zeiträumen selbsttätig umgesteuert wird. Je nach dem Lauf des Lüfterrades wird die heiße Luft nach oben oder nach unten getrieben und stark bewegt, so daß sie mit den Stahlteilen in enge Berührung kommt. Während des Glühens ist der Ofen vollkommen geschlossen. (The Iron and Coal Trades Review 1. Juni 1928 S. 832) [N 1702 g] Ste.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 297. H.: **Statische und dynamische Untersuchung von Mündungs-Dampfmengenmessern.** Von S. Kreuzer. Berlin 1928, VDI-Verlag. 34 S. m. 43 Abb. Preis 4,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 4 ℳ.

Die gebräuchlichen Dampfmesser bestehen aus einer Drosselvorrichtung, die in der Dampfleitung einen Druckabfall erzeugt, und aus einer Vorrichtung, die den Druckabfall aufschreibt. Die Trägheit der Schreibvorrichtung und der Zuleitungen bedingt bei Druckschwankungen eine Verzerrung der Zeit-Mengen-Linie. Die vorliegende Untersuchung[1]) will besonders den durch diese Verzerrung bedingten Fehler bestimmen und einen Weg zur Verbesserung der Messer angeben. Untersucht werden der Debro- und der Gehre-Dampfmesser. Die statische Prüfung wird mit empfindlichen Quecksilbermanometern, die dynamische mit geeichten Düsen und Luft, Dampf und Wasser ausgeführt. Auch die Vorrichtungen zur Berücksichtigung wechselnden Dampfdruckes werden untersucht.

An der Hand der Schwingungsgleichungen zeigt der Verfasser, daß die Eigenschwingungszahlen der beiden Dampfmesser zu niedrig sind. Außerdem hängt die Anzeige pulsierender Ströme auch von der Übertragung des Druckunterschiedes ab. Drosselvorrichtungen und Beruhigungsräume müssen mit großer Vorsicht verwendet werden, da sie die Messung in unberechenbarer Weise fälschen können.

Der Verfasser hat einen nach dem Verfahren des Strömungsteilers arbeitenden Membrandampfmesser entworfen. Dessen Eigenschwingungszahl ist sehr hoch, daher können Dampfströme, die 60 bis 220 Schwingungen in der Minute ausführen, noch mit einer Genauigkeit von wenigen Hundertteilen gemessen werden.

Der neue Dampfmesser, der nach Angabe des Verfassers noch weiterer Durchbildung bedarf, eröffnet der Dampfmeßtechnik neue Möglichkeiten. Auch sonst enthält die Arbeit viel Lehrreiches. [E 1537] S. Erk

Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen. Aufgest. von dem hierfür vom V. d. I. und vom Kreiselpumpen-Verband gebildeten Ausschuß in den Jahren 1926 und 1927. Berlin 1928, VDI-Verlag. Preis 3,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 3,15 ℳ.

Diese Regeln erscheinen als ein weiteres Heft in der Folge der vom Verein deutscher Ingenieure herausgegebenen Regeln für Leistungsversuche an Kraft- und Arbeitsmaschinen[2]). Dem bewährten Aufbau der bisherigen Regeln folgend, werden zunächst die Grundbegriffe erklärt, die einzuhaltenden Versuchsbedingungen aufgestellt und die einschlägigen Geräte und Meßverfahren behandelt. Ein Anhang bringt Hilfsmittel zur Auswertung und einzelne durchgerechnete Abnahmeversuche an den Hauptarten von Pumpen. [E 1591] Hö.

Die Speisewasservorwärmung mittels Kesselabgase. Von Curt Rühl. Wittenberg 1927, A. Ziemsen. 264 S. m. 152 Abb. Preis 14 ℳ.

In ausführlicher Darstellung werden neben der Entwicklungsgeschichte der Rauchgas-Speisewasservorwärmer die heute gebräuchlichen verschiedenen Konstruktionen der Heizflächen und ihre Berechnung beschrieben. Angaben über den Aufbau, den Betrieb und die Instandhaltung solcher Anlagen vervollständigen das Buch. [E 1481]

Die Entwicklung der selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremse bei den europäischen Vollbahnen. Von Wilhelm Hildebrand. Berlin 1927, Julius Springer. 150 S. m. 234 Abb. Preis 18 ℳ.

Veröffentlichungen aus dem Gebiet des Bremswesens sind leider nur in sehr großen Zwischenräumen und in den verschiedensten Zeitschriften erschienen, so daß es schwer fällt, sich ein abgeschlossenes Bild über die Entwicklung und den jetzigen Stand der Bremsfrage zu machen. Das Buch von Dr. Hildebrand füllt daher eine fühlbare Lücke in der technischen Literatur aus. Es ist in drei große Abschnitte: die selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse für Personenzüge, die Entwicklung der Güterzugbremse und die Kunze-Knorr-Bremse eingeteilt und beginnt mit einer geschichtlichen Entwicklung der Einkammerbremse, berichtet über die verschiedenen Bauarten von Einkammerbremsen für Personenzüge und leitet auf die Gesichtspunkte über, die die Entwicklung der durchgehenden Güterzugbremse in Europa bestimmt haben.

Die drei Gesichtspunkte: günstige Durchschlagsgeschwindigkeit, gestreckte Ausbildung der Druckschaulinien und gute Regelfähigkeit, sind in besonderen Abteilungen eingehend behandelt. Die Vorrichtungen, mit denen diese Bedingungen erreicht werden können, sind sowohl nach Bauarten wie nach den verschiedenen Stufen der Entwicklung beschrieben. Die in letzter Zeit häufig genannten Bremsbauarten für Güterzüge: Westinghouse, Bozic und Drolshammer und ihre Bauteile finden an dieser Stelle ihre Würdigung. Den dritten Abschnitt widmet der Verfasser der Kunze-Knorr-Bremse für Güter-, Personen- und Schnellzüge, da die Regelung des Bremsdruckes bei dieser Bremsbauart den Grundgedanken der selbsttätigen Einkammerbremse entspricht.

Der Text ist durch viele gute Schnittzeichnungen, Schaltbilder und Druckschaulinien ergänzt, so daß sich der Leser über Ausbildung, Wirkungsweise und Brauchbarkeit der verschiedenen Bremsarten eingehend unterrichten kann. Diese verdienstvolle Arbeit wird nicht nur im engeren Kreise der Fachleute gewürdigt und beachtet werden, sie wird auch weitere Kreise von Technikern zum Nachdenken über dieses wichtige Gebiet anregen. [E 1274] Re.

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1927. Berlin 1928, VDI-Verlag. 271 S. m. 41 Abb. Preis 12 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 10,80 ℳ.

Das Jahrbuch ist wie seine Vorgänger als Wegweiser und Archiv willkommen zu heißen. Es legt beredtes Zeugnis für den Eifer ab, mit dem die herausgebende Gesellschaft erfolgreich die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Bauingenieure in die Hand genommen hat, und enthält recht wertvolle Aufsätze über Neuerungen aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens von Dr. Pirath, Stuttgart, des Eisenbaues von Dir. Hammacher, Berlin, und aus der Vermessungskunde von Dr. Werkmeister, Dresden.

Der Berücksichtigung des Windes im Bauwesen ist ein Bericht gewidmet, der sich auf Untersuchungen in Göttingen stützt. Diese werden im Normenausschuß in praktische Form umgearbeitet. Da dies aber noch nicht abgeschlossen ist, scheint die Veröffentlichung in dem Jahrbuch als Archiv noch verfrüht. Dagegen ist eine umfangreiche Statistik des deutschen Landstraßenbaues für die weitere Entwicklung des Automobilstraßenbaues äußerst wertvoll, besonders auch die Zusammenstellung der im Jahre 1926/27 vollendeten oder wesentlich geförderten großen deutschen Ingenieurbauten. Auch eine Übersicht über neue Geräte in der Bauwirtschaft ist recht zweckmäßig.

Freunden der Gesellschaft und Bauingenieuren, die noch nicht Mitglieder sind, zeigt das Jahrbuch das rege wissenschaftliche Leben und die fortschreitende Entwicklung der Gesellschaft. [E 1573] Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, 5. Bd.: **Schlosserei- und Montage-Arbeitszeitermittlung.** Herausgeg. von K. Gottwein. Berlin 1928, Julius Springer. 312 S. m. 139 Abb. u. 106 Zahlentaf. Preis 26 ℳ.

Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen: **Anlerngang für Bohrer in metallgewerblichen Betrieben.** Berlin 1928, Selbstverlag. 48 S. m. 48 Abb. Preis 2,20 ℳ.

Motorbuch für den See- und Küstenfischer. Von Karl Paulsen. Herausgeg. vom Deutschen Seefischerei-Verein. Berlin 1928, Gebr. Mann. 60 S. m. Taf. Preis 12 ℳ.

Handbuch der internationalen Automobil-Industrie. Herausgeg. von Curt und Julius Moßner. Berlin 1928, Finanz-Verlag. 967 S. Preis 40 ℳ.

Organisation, 8. Bd.: **F. W. Taylor.** Der Vater wirtschaftlicher Betriebsführung. Von I. M. Witte. Stuttgart 1928, C. E. Poeschel. 100 S. Preis 5,50 ℳ.

Höhere Deutsche Fachschule für Metallbearbeitung und Installation zu Aue i. Sa. Festschrift zum 50jährigen Bestehen 1877 bis 1927. Selbstverlag. 127 S. m. Abb. Preis 3 ℳ.

Rationalisierung der privaten und öffentlichen Wirtschaft. Berlin 1928, Zentral-Verlag. 68 S. Preis 2 ℳ.

Schriften des Bayer. Landesvereins zur Förderung des Wohnungswesens (E. V.), 23. H.: **Die Stadt.** Von Th. Fischer. München 1928, Ernst Reinhardt. 18 S. Preis 0,60 ℳ.

Das Experiment, sein Wesen und seine Geschichte. Von Hugo Dingler. München 1928, Ernst Reinhardt. 262 S. Preis 8,80 ℳ.

[1]) Hierüber wird in dieser Zeitschrift demnächst ausführlich berichtet werden.
[2]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) Heft 3 S. 89.

RKW-Veröffentlichungen Nr. 7: **Seemäßige Verpackung.** Bearb. und herausgeg. vom Ausschuß für Verpackungswesen beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF). Berlin 1928, Beuth-Verlag. 80 S. m. 35 Abb, Preis 2 ℳ.

Nr. 20: **Verschlüsse und Sicherungen für Verpackungswesen.** Bearb. und herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. 64 S. m. 100 Abb. Preis 2 ℳ.

Nr. 21: **Behelfsmäßige Fördermittel in der Fließarbeit.** Im Auftrage der Ausschüsse Förderwesen und Frachtverkehr beim AWF bearb. von G. Stern. Berlin 1928, Beuth-Verlag. 68 S. m. 86 Abb. Preis 3 ℳ.

Nr. 25: **Arbeitsvorbereitung.** Richtlinien für Auftragsvorbereitung. Bearb. vom Fachausschuß für Arbeitsvorbereitung beim AWF. Herausgeg. vom AWF. 69 S. m. 23 Abb. Berlin 1928, Beuth-Verlag. Preis 2 ℳ.

Handbuch für technischen Bedarf 1928. Herausgeg. vom Technischen Verlag Wilh. Hemp. 18. Aufl. Leipzig 1928, Wilh. Hemp. 495 S. Preis 3 ℳ.

Jahrbuch der deutschen Braunkohlen-, Kali- und Erzindustrie 1928. Herausgeg. vom Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein E. V. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 436 S. Preis 16 ℳ.

Everybody's aviation guide. Von Victor W. Pagé. New York 1928, Norman W. Henley Publishing Co. 247 S. m. 140 Abb. Preis 2 $.

Warenwörterbuch für alle Industrie-, Handels- und Gewerbezweige **in vier Sprachen.** Von Ernst Pfohl. Leipzig 1928, F. A. Brockhaus. 422 S. Preis 15 ℳ.

Taylorix-Schrift 5.: **Taylorisierte Betriebs- und Anlagen-Buchhaltung** mit täglicher Erfassung und Verrechnung der Gestehungskosten. Von Georg Clemens. Stuttgart 1927, Taylorix Organisation. 40 S. m. 8 Abb. Preis 3,50 ℳ.

Betriebswissenschaftliche Bücher. 6. Bd.: **Betriebsorganisation und Betriebsabrechnung.** Von Hans D. Brasch. Berlin 1928, Georg Stilke. 139 S. m. 32 Abb. Preis 5 ℳ.

Gesetzliche Bestimmungen und amtliche Vorschriften für den Kraftfahrzeugverkehr in Preußen. Von Ernst Schuppan. Berlin 1928, Richard Carl Schmidt & Co. 415 S. Preis 6,50 ℳ.

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene. Neue Folge, 19. H.: **Ergographische Studien über die Funktion der Handstrecker bei Arbeitern verschiedener Bleigefährdung.** Von Carl E. Albrecht. Berlin 1928, Julius Springer. 62 S. m. 20 Abb. Preis 6,— ℳ.

Schönheit der Technik. Von Franz Kollmann. München 1928, Albert Langen. 251 S. m. 151 Abb. Preis geb. 15 ℳ.

100 Jahre Bauen und Schauen. Von Fritz Hirsch. 1. Lfg. Karlsruhe 1928, Badenia-A.-G. 48 S. m. 16 Abb. Preis 4 ℳ.

Verzeichnis der oberen Reichsbahnbeamten 1928. 24. Jg. Berlin 1928, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft bei der Deutschen Reichsbahn. 424 S. Preis 12 ℳ.

Die geschichtliche Entwickelung des deutschen Handwerks. Unter besonderer Berücksichtigung des Bäcker-, Buchbinder-, Fleischer-, Friseur-, Konditor-, Schneider- und Schuhmachergewerbes. Herausgeg. von G. Mantel. Breslau und Oppeln 1928, Priebatschs Buchhandlung. 96 S. Preis 2,40 ℳ.

Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin für 1927. Abgeschl. am 1. Dezember 1927. Berlin 1927, Industrie- und Handelskammer. 186 S. Nicht im Buchhandel.

Das Weltbild der Naturwissenschaft im Lichte voraussetzungsloser Forschung. Von E. Lingenberg. Kissingen 1928, Selbstverlag. 44 S. Preis 3 ℳ.

Berichtigung. **Bauten der Technik.** In Z. Heft 22 vom 2. Juni 1928 S. 755 r. Sp. muß es in der Besprechung des Buches von Lindner heißen, 2. Abs. letzte Zeile: J. N. Vogl statt des Komponisten Löwe, dessen Vorname auch Karl ist, nicht Ludwig, sowie in der 2. Zeile der Strophe: heut statt doch. [N 1688]

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Wahlen und Beschlüsse der Versammlung des Vorstandsrates am 9. Juni 1928 in Essen

Wahlen

Neuwahlen zum Vorstand

Der Vorstandsrat wählte als Vorsitzenden des V. d. I. für die Jahre 1929, 1930 und 1931 Herrn Dr.-Ing. E. h. Carl Köttgen, Berlin-Siemensstadt, als Beigeordneten im Vorstand für die Jahre 1929, 1930 und 1931 Herrn Dr.-Ing. E. h. Adolf Krauß in Ludwigshafen am Rhein. Außerdem nimmt der Vorstandsrat zur Kenntnis, daß der Vorstand gemäß der ihm nach § 21 der Satzung zustehenden Befugnis Herrn Friedrich Dorfs, Rheinhausen (Niederrhein), als Beigeordneten im Vorstand für die Jahre 1929, 1930 und 1931 gewählt hat.

Wahlausschuß

Als Mitglieder des Wahlausschusses für das Jahr von der Hauptversammlung 1928 bis zur Hauptversammlung 1929 wurden gewählt die Herren: Dopp, Berlin; Fischer, Lübeck; Foedisch, Ostpreußen; Fröber, Mannheim; Hartmann, Hannover; Heil, Oberschlesien; Kloth, Köln.

Als stellvertretende Mitglieder die Herren: Awe, Teutoburg; Beck, Unterweser; Korn, Elbing; Marx, Bayern; Oeser, Lenne; Thomas, Berg; Trost, Leipzig.

Kuratorium der Ingenieurhilfe

Der Vorstandsrat wählte als Mitglieder des Kuratoriums der Ingenieurhilfe für die Jahre 1929, 1930 und 1931 die Herren: A. Riebe, Berlin, und Rehmer, Berlin. An Stelle des Herrn Bogatsch, Nürnberg, der gebeten hat, von seiner Wiederwahl abzusehen, wurde für die gleichen Jahre Herr Ebel, Barmen, gewählt.

Anträge

Änderung der §§ 3, 16 und 64 der Satzung

Der Vorstandsrat beschloß, der Hauptversammlung vorzuschlagen, die §§ 3, 16 und 64 der Satzung wie folgt zu ändern:

§ 3 erhält im Anschluß an den bisherigen Wortlaut folgenden neuen Absatz:

„Ausgeschlossen sind Erwerbs- oder sonstige eigenwirtschaftliche Zwecke, vielmehr soll der Verein lediglich dem gemeinen Besten auf dem Gebiete der technischen Wissenschaften dienen."

§ 16 erhält folgenden neuen Absatz 2:

„Kein Mitglied hat während seiner Zugehörigkeit zum Verein oder nach seinem Ausscheiden Ansprüche an das Vereinsvermögen oder auf Auszahlung von Gewinnen oder auf ähnliche Vermögensvorteile, auch nicht auf Rückzahlung von Einlagen oder sonstigen Beiträgen."

Im § 64 erhält Abs. 2 folgende neue Fassung:

„Bei Auflösung des Vereines muß das vorhandene Vermögen ausschließlich gemeinnützigen Zwecken auf technisch-wissenschaftlichem Gebiete zugeführt werden, insbesondere auch durch Überweisung an gemeinnützige Körperschaften; jede Zuwendung von Vermögen oder Vermögensvorteilen an Mitglieder des Vereines ist ausgeschlossen."

Antrag Volk betr. mittleres technisches Schulwesen

Der Vorstandsrat beschloß, für die Bearbeitung der Fragen des mittleren technischen Schulwesens einen fünfgliedrigen Ausschuß einzusetzen, dessen Zusammensetzung dem Vortand überlassen wird.

Gesetzlicher Schutz der Berufsbezeichnung „Ingenieur“

Der Vorstandsrat ist der Ansicht, daß der Verein deutscher Ingenieure die Frage des Schutzes der Berufsbezeichnung „Ingenieur“ weiter verfolgen soll.

Besuchende Mitglieder

Einführung eines Leitsatzes 4 für die Prüfung der Aufnahmegesuche besuchender Mitglieder

Der Vorstandsrat beschloß, von der Einführung eines weiteren Leitsatzes abzusehen.

Richtlinien für die Altmitgliedschaft

Für die Altmitgliedschaft werden folgende Grundsätze festgesetzt: „Auf Vorschlag eines Bezirksvereins können Mitglieder, die dem Verein deutscher Ingenieure mindestens 30 Jahre angehören, zu Altmitgliedern ernannt werden. Altmitglieder können auf Antrag des Bezirksvereins von der Beitragszahlung befreit werden, sofern sie auf Lieferung der VDI-Zeitschrift verzichten und nicht über ein Arbeits-, Ruhegehalts- oder ähnliches Einkommen verfügen, das ihnen ohne Schwierigkeit Beitragzahlungen ermöglicht. Die Feststellung, ob diese Voraussetzungen zutreffen, obliegt dem Bezirksverein, in dessen Bereich das Mitglied wohnt.“

Vereinsabzeichen

Der Vorstandsrat stimmte der Anregung zu, ein kleines Vereinsabzeichen zu schaffen.

Geschäftliches

Festsetzung des Beitrages 1929 für die in Deutschland wohnenden Mitglieder

Der Vorstandsrat setzte den Beitrag 1929 für die in Deutschland wohnenden Mitglieder in der gleichen Höhe fest wie für 1928.

Haushaltplan

Der vorgelegte Haushaltplan wurde genehmigt.

Ort der Hauptversammlung 1929

Die Hauptversammlung 1929 wird am 23. Juni in Königsberg stattfinden. Es ist beabsichtigt, mit der Hauptversammlung einen Besuch Danzigs zu verbinden.

Wahlen und Beschlüsse der 67. Hauptversammlung Essen am 10. Juni 1928

Ehrungen

Die Hauptversammlung beschließt einstimmig, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Richard Mollier, Dresden, die Grashof-Denkmünze zu verleihen.

Bericht der Rechnungsprüfer — Genehmigung der Rechnung des Jahres 1927 — Entlastung des Vorstandes

Die Hauptversammlung genehmigt die Rechnung des Jahres 1927 und erteilt dem Vorstand und der Geschäftstelle Entlastung.

Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellvertreter für die Rechnung des Jahres 1928

Die Hauptversammlung wählt nach dem Vorschlage des Vorstandsrats zu Rechnungsprüfern die Herren: Körting, Düsseldorf, und A. Weismüller, Frankfurt a. M.; zu Stellvertretern der Rechnungsprüfer die Herren: Lind, Stuttgart, und Wildegans, Lübeck.

Änderung der §§ 3, 16 und 64 der Satzung

Die Hauptversammlung beschließt, den §§ 3, 16 und 64 der Satzung folgende Fassung zu geben:

§ 3 erhält im Anschluß an den bisherigen Wortlaut folgenden neuen Absatz:

„Ausgeschlossen sind Erwerbs- oder sonstige eigenwirtschaftliche Zwecke, vielmehr soll der Verein lediglich dem gemeinen Besten auf dem Gebiete der technischen Wissenschaften dienen.“

§ 16 erhält folgenden neuen Absatz 2:

„Kein Mitglied hat während seiner Zugehörigkeit zum Verein oder nach seinem Ausscheiden Ansprüche an das Vereinsvermögen oder auf Auszahlung von Gewinnen oder auf ähnliche Vermögensvorteile, auch nicht auf Rückzahlung von Einlagen oder sonstigen Beiträgen.“

Im § 64 erhält Absatz 2 folgende neue Fassung:

„Bei Auflösung des Vereines muß das vorhandene Vermögen ausschließlich gemeinnützigen Zwecken auf technisch-wissenschaftlichem Gebiete zugeführt werden, insbesondere auch durch Überweisung an gemeinnützige Körperschaften; jede Zuwendung von Vermögen oder Vermögensvorteilen an Mitglieder des Vereines ist ausgeschlossen.“

Entgegennahme und Besprechung des Berichtes über die Verhandlungen, Wahlen und Beschlüsse des Vorstandsrates

Eine Zurückverweisung der Beschlüsse des Vorstandsrates erfolgt nicht. Die Beschlüsse des Vorstandsrates sind daher als endgültig anzusehen.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
Bd. 72 SONNABEND, 23. JUNI 1928 Nr. 25

Zur Ferngasfrage

Von Dir. Elvers, Berlin

Stellungnahme des Steinkohlenbergbaues im Ruhrgebiet und der kommunalen Gaserzeuger zur Ferngasfrage. Kurzer Überblick über die wichtigsten bestehenden Gasfernversorgungen in Deutschland.

Die Frage, ob und an welchen Stellen es zweckmäßig ist, statt eigener Gaserzeugung Fremdgas zu beziehen und zu verteilen, ist an sich alt und hat auch schon in zahlreichen Fällen Entscheidungen gefordert[1]) Im letzten Jahre wurde sie durch die vom Kohlenbergbau, namentlich des Ruhrgebietes, ausgehende Bewegung, die eine sogenannte deutsche Großgasversorgung bezweckt, erneut in breitesten Kreisen zur Erörterung gestellt; in so breiten Kreisen, daß nächst der Aktiengesellschaft für Kohleverwertung, Essen, die im Juni 1927 eine Denkschrift über die Frage herausgab, auch der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern im September 1927 dazu verantwortlich Stellung nahm.

Man wird die Bedeutung von Denkschriften derartigen technisch-wirtschaftlichen Fragen gegenüber ganz allgemein nicht zu überschätzen brauchen; denn wo es sich um Aufgaben von so starker örtlicher Bedingtheit und wirtschaftliche Gruppen von solcher Vielgestalt handelt wie bei der Organisation einer über Hunderte von Orten sich erstreckenden Gasversorgung, da kann eine Denkschrift kaum viel über Theorie hinauskommen. Eben um ihrer theoretischen Einstellung willen wird sie sogar die bisher gewonnenen Erfahrungen der Praxis, die man hilfsweise zu ihrer Stützung heranziehen könnte, als zu vieldeutig erscheinen lassen, um sie für alle Teile befriedigend zu bewerten.

Großenteils aus diesem Umstand scheinen sich auch die im Endergebnis verhältnismäßig weit auseinanderliegenden Schlüsse zu erklären, zu denen die Denkschriften der A.-G. für Kohleverwertung[1a]) auf der einen und des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern auf der andern Seite mit Bezug auf die Frage der Ferngasverteilung kommen.

Die Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung, Essen

Um die Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung, der die Betrachtung zunächst gelten soll, richtig einzuschätzen, ist es wichtig, zu wissen, daß der Kohlenbergbau in seinen ersten Erklärungen zu der Frage (die man freilich nicht so streng verantwortlich auffassen darf, wie die Denkschrift) weitergehende Ziele genannt hatte als späterhin in dieser verantwortlichen Verlautbarung. Anderseits legte er weniger Wert darauf, die Arbeitsweise darzustellen, was dann aber, als Erfordernis der Erörterung, von ihm versucht worden ist.

Der Denkschrift[2]) nach bezweckt die A.-G. für Kohleverwertung ein der Entwicklung auf dem Gebiet der Elektrizitätserzeugung ähnliches allmähliches Übergehen der Gaslieferer zum Bezuge von Zechengas oder zum Bezuge eines Gases, das unter Kokerei-Gesichtspunkten in großen Zentralen hergestellt und auf weite Entfernungen zunächst strahlenförmig fortgeleitet werden soll. Vom Ruhrgebiet (Hamm) über Hamburg nach Kiel, über Berlin nach Stettin, über Kassel, Erfurt, Leipzig, Dresden nach Breslau sowie von Hamborn in der Richtung Köln, Frankfurt, danach in geteilten Zweigen nach Mainz, Mannheim, Karlsruhe, Stuttgart und Würzburg, Nürnberg, Augsburg, München sollen die Hauptleitungen verlaufen. Diese strahlenförmigen Leitungen sollen dann durch eine vom Saarbrückener Revier über Karlsruhe, Stuttgart, Nürnberg, Zittau (Stützpunkt Zittauer Revier), Chemnitz, Berlin, Hamburg, führende Ringleitung ganz ähnlich wie die großen Stromverteilungsnetze untereinander verbunden und für die Zuspeisung aus dem Saarbrückener, dem mitteldeutschen und dem schlesischen Revier eingerichtet werden. Das Ziel bildet „eine technisch und wirtschaftlich rationelle Arbeitsverbindung aller auf höchster technischen Stufe stehenden Gaserzeugungsanlagen und damit zugleich die Gewährleistung einer ebenso wohlfeilen wie unbedingt zuverlässigen Versorgung der deutschen Gasverbraucher".

Als hauptsächlichen Anreiz für die Lieferung von Zechengas benennt die Denkschrift eine Reihe von Motiven, die mit der Marktlage bestimmter Kohlensorten (insonderheit der feinkörnigen Magerkohlen, aber auch des Feinkornanfalls bei den Gas- und Gasflammenkohlenarten) zusammenhängen. Eine weitere Begründung liegt in der neueren Kokereitechnik mit zunehmender Benutzung sogenannter Verbundöfen, die gestattet, für die Kokereiöfen an Stelle des heizwertreichen Kokereigases ganz oder teilweise h e i z s c h w a c h e Generatorgase als Unterfeuerung zu verwenden. Diese Gase werden aus Koks oder schwer verkäuflichen Kohlen durch restlose Vergasung gewonnen.

Der Übergang zu diesen Verbundöfen ist bedingt durch das Bestreben, sonst schwer verkäufliche Kohlensorten, die zu mehr als 50 vH infolge der neueren Förderverfahren anfallen, lohnend zu verwenden, zum andern dadurch, daß der Koksabsatz der Zechen in Abhängigkeit von dem Beschäftigungsgrad der in- und ausländischen Industrie zeitweilig schwer gelitten hat.

Die A.-G. für Kohleverwertung erklärt in ihrer Denkschrift, daß die Gasfernversorgung augenblicklich keine Kokereibauten zu diesem Zweck erforderlich mache, dagegen der Weiterbetrieb von Gaswerken, die veraltete oder verbrauchte Anlagen hätten, Kapitalfestlegungen bedinge. Dieser Aufwand sei volkswirtschaftlich nicht zu rechtfertigen, wenn, beim Vorhandensein einwandfreier technischer und außerdem wirtschaftlich arbeitender Möglichkeiten der Gasbeförderung, in den Bergbaugebieten noch Destillationsgas zu Unterfeuerungszwecken für Kokereiöfen und für Kesselheizung verschwendet werden müßte. Für diesen Fall sieht der Bergbau außerdem wachsende Koksabsatzschwierigkeiten, weiteren Abfall der Feinkohlenpreise und sinkende Ausfuhrfähigkeit des Bergbaues, der trotz Nachfrage in den begehrteren Kohlensorten diese wegen des hohen Feinkohlenanfalles nicht würde liefern können, voraus.

Der Bergbau erblickt auf der andern Seite unter der Voraussetzung, daß mit Hilfe des neuen Schweißverfahrens für Stahlrohre Hochdruckgasleitungen in beliebiger Länge verlegt und einwandfrei betrieben werden können,

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 538.
[1a]) Jetzt Ruhrgas A.-G.
[2]) Deutsche Großgasversorgung, Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung Essen 1927, Deutsche Bergwerkszeitung G. m. b. H.

für die Gas liefernden Gemeinden und Gemeindeverbände einen starken Anreiz zum Gasbezug darin, daß diese Gasverteiler gewisse Sorgen um den Absatz der Nebenerzeugnisse der Entgasung los werden und eine ganz außerordentliche Steigerung des Gasabsatzes, die sie heute nicht ohne Hemmungen durchführen können, zum Nutzen der Allgemeinheit zu betreiben vermöchten. Die Hauptschwierigkeiten kommunalen Gaswerkbetriebes vermutet die A.-G. für Kohleverwertung in ihrer Denkschrift in der sogenannten Koksgasschere, das heißt in dem Umstand, daß der in seinen Eigenschaften vom Zechenkoks mit Bezug auf Heizwert und Festigkeit häufig abweichende Gaswerkkoks nur zu weniger günstigen Preisen als Zechenkoks und auch dann noch nicht einmal glatt absetzbar sei. Da er jedoch den Gaspreis stark mit bedinge, so bilde sein zwangläufiger Anfall ein schweres Hemmnis für die Hergabe von Stadtgas zu solchen Preisen, die dem Gewerbe und namentlich der Industrie einen Anreiz zum Übergang auf Gasfeuerung ihrer Betriebe bieten können.

Gerade in diesem Übergang erblickt die A.-G. für Kohleverwertung (sie hat das namentlich seit dem Beginn der Erörterung über ihre Denkschrift immer mehr in den Vordergrund geschoben) den Hauptgrund für diejenige Steigerungsfähigkeit des Gasabsatzes, die sie glaubt, ihren Plänen zugrunde legen zu dürfen. Aber allein den Gasabsatz für Haushaltzwecke kann man nach Meinung der A.-G. für Kohleverwertung, die durch Vergleich mit andern Ländern laut Denkschrift gestützt werden soll, sehr schnell auf nahezu das Dreifache des heutigen Absatzes bringen, namentlich dann, wenn die Raumheizung mit Gas zu günstigen Tarifen eines Tages in größerem Umfang als bisher Eingang findet.

Abb. 1
Ferngasleitungen im Industriegebiet.

⊙ Gasliefernde Kokereien

a Deutscher Kaiser
b Osterfeld
c Carolus Magnus
d Mathias Stinnes III/IV
e Karl
f König Wilhelm
g Prosper I
h Rheinelbe I/II
i Germania I/IV
k Helene und Amalie
l Gustav
m Friedrich-Ernestine
n Hannover III/IV
o Friedrich Wilhelmshall
p Lothringen
q König Ludwig
r Graf Schwerin
s Rheinpreußen
t Dorstfeld
u Prosper III
v Mathias Stinnes I/II
w Neuköln
x Gneisenau
y Sachsen
z Viktoria-Lünen
a_1 Radbod

Dem aus diesen beiden Einstellungen, des Bergbaues auf der einen und der etwaigen zukünftigen Ferngasbezieher auf der andern Seite, entspringenden Bedürfnis nach Umstellung der Gaslieferung kann die Technik nach Anschauung der A.-G. für Kohleverwertung heute in vollem Umfange entsprechen. Die Herstellung des von ihr geplanten Gasfernleitungsnetzes und die Sicherheit seines Betriebes erscheint ihr nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten als gewährleistet, sofern eine einigermaßen zulängliche Mindestbelastung der Leitungen von vornherein gegeben ist. Denn die Kosten der Fernleitung des Gases, die sich niedriger als die Bewegungskosten für die beim Einzelgaswerk erforderlichen Kohlenmengen und die in seinem Geschäftsbereich verbrauchten Nebenerzeugnisse halten müßten, werden bestimmt durch den Kapitaldienst für die Anlagekosten des Leitungsapparates einschließlich Kompressorstationen und durch die Fernleitungsbetriebskosten. Diese schwanken wiederum je nach den beförderten Gasmengen und dem erforderlichen Druck. Je kleiner die Gasmenge und je größer die Entfernung, desto teurer stellt sich die Fortleitung. Die Bewegung von 1 m³ Gas aus einer Menge von 200 Mill. m³, das auf 500 km verschickt werden soll, stellt sich z. B. auf 1,65 ₰; 1 m³, das auf die gleiche Entfernung in einer Gesamtmenge von 1250 Mill. m³ Gas verschickt werden soll, erfordert dagegen nur noch 1 ₰ für die Fortleitung.

Kurz wird auch erwähnt, daß die Möglichkeiten für die Umformung der natürlich sehr verschiedenartig anfallenden Zechengase zu einem für die Fernleitung brauchbaren, gleichmäßigen Stadtgas dem Bergbau gegeben scheinen. Daß die Sicherheit der Belieferung mit Gas auch für den Fall wirtschaftlicher Kämpfe und politischer Verwicklungen zunächst durch das Vorhandensein der heutigen Gaswerkanlagen, die ja nur ganz allmählich abgebaut werden sollen, späterhin durch dezentralisierte große Kohlenveredelungsanlagen, dazu durch die Kohlenreserven der Bergwerke, die Gasreserven in den Leitungen und Behältern und schließlich durch die verbesserten Möglichkeiten der Ersatzgaserzeugung (Wassergas unter Umständen mit Karburation) gegeben sei, glaubt die A.-G. für Kohleverwertung ebenfalls annehmen zu dürfen.

Abb. 2
Das geplante Hauptverteilnetz der Ferngasversorgung.

a Ruhr-Revier (Essen-Hamm)
b Aachener oder Wurmrevier
c Saar-Revier (Saarbrücken)
d Sächsisches Revier (Zwickau)
e Niederschlesisches Revier (Waldenburg)
f Deutschoberschlesisches Revier (Gleiwitz)
} Steinkohle
g Mitteldeutsches Braunkohlen-Revier (Magdeburg)
h Ostelbisches Braunkohlen-Revier
} Braunkohle
i Obernkirchen-Barsinghausen Steinkohle

Nachdem sich die Denkschrift dann über die voraussichtlichen Rückwirkungen einer Ferngasversorgung auf den Arbeitsmarkt der bisherigen Gasindustrie und den des Bergbaues geäußert hat, schließt sie mit einem Appell an die Selbstverwaltungskörper und den Gesetzgeber, nicht aus dem Besitz des Wegerechts dem großen Plan einer deutschen Ferngasversorgung von den Kohlenrevieren aus Schwierigkeiten zu machen und fordert Enteignungsrecht für Ferngaslieferer und -bezieher, das mindestens so weit geht, wie das heute auf dem Gebiet der Überlandversorgung mit elektrischem Strom gültig ist.

Jeder sonstige Eingriff des Staates in die Organisation der Ferngaslieferung wird als unnötig bezeichnet angesichts der zahlreichen Möglichkeiten, eine rechtlich-wirtschaftlich so aufgebaute Organisation zu schaffen, daß der Ferngasbezieher auch auf Erzeugung und Preisbemessung des Zechengases hinlänglichen Einfluß behält, um die Preisentwicklung des Gases während der Vertragsdauer sowie die Bedingungen neuer Verträge den Notwendigkeiten der Bezieher entsprechend regeln zu können. Im allgemeinen arbeitet die Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung mit vielen Zahlenunterlagen, z. B. über die Bezirks-Gasversorgungswerke des rheinisch-westfälischen Kohlenreviers, die Marktpreise der verschiedenen Kohlensorten, die Verkokungstechnik im Ruhrgebiet, die Förderkostentheorie für Ferngas, die Gaskostenaufstellung von Stadtgaswerken, den Gasverbrauch verschiedener Länder, Landesteile, Städte, Stellung der Gaswerke als Stützen der Kommunalfinanz und als Kaufleute gegenüber den Beziehern, dazu mit drei Karten, auf denen die Zechen der Gesellschaft, die Ferngasleitungen im Industriegebiet, Abb. 1, und das geplante Hauptverteilungsnetz der Ferngasversorgung, Abb. 2, dargestellt sind.

Die Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern e. V., Berlin

Für die Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern e. V.[3]) war wesentliche Vorarbeit schon geleistet und zu einem eingehenden Bericht von Dir. M ü l l e r, Hamburg, verdichtet, als gelegentlich der Tagung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern am 15. Juni 1927 in Kassel[4]) die Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung erschien. Daraus mag es sich erklären, daß das Eingehen auf die Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung, soweit es sich in der Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern findet, von manchen Kritikern als nicht stark genug mit Zahlen belegt angesehen wird. Betrachtet man allerdings die Schrift genauer, so findet man, daß die Vertreter der bisherigen Stadtgas liefernden Werke und die von ihnen zur Mitarbeit herangezogenen Sachverständigen schon so erheblich in der Beurteilung der Möglichkeiten der Ferngasherstellung und der Ferngasfortleitung von der der A.-G. für Kohleverwertung abweichen, daß eine Erörterung über gewisse Einzelfragen, in der mehr Zahlen vielleicht mehr Klarheit bedeuten können, fast unerheblich wird.

Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern sieht nämlich in seiner Denkschrift zunächst darauf, die Vorbedingungen eines gesicherten Gasbezuges mit den Richtlinien des Vereins über die Gasbeschaffenheit in Einklang zu bringen. Diese Richtlinien des Deutschen Vereins, die der gleichen Gasbeschaffenheit zuzustreben empfehlen, die von allen namhaften Gas verteilenden Ländern der Welt als die für Kohlenauswertung, Speicherung, Fortleitung und vornehmlich Verbrennung günstigste zur Zeit angesehen wird, fordern für die Beschaffenheit des Gases: Heizwert 4200 kcal/m³ mit Abweichungen von ± 100 kcal/m³; spezifisches Gewicht (Luft = 1) unter 0,5; unbrennbare Gase unter 15 vH Raumteile; Reinheit von Teer und Schwefelwasserstoff.

Der Zusatz zu diesen Richtlinien: „Unerläßlich ist vor allem, daß jedes Gaswerk dauernde Gleichmäßigkeit seines Gases in bezug auf Heizwert, spezifisches Gewicht und Luftbedarf anstrebt", weist darauf hin, daß an die Gleichmäßigkeit des Gases im einzelnen Versorgungsgebiet die Forderung einer weit engeren Begrenzung gestellt werden muß als an die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Versorgungsgebieten. Als Richtlinien für die Gleichmäßigkeit des Gases müssen heute gelten: Heizwertschwankungen (einschließlich Meßfehler) höchstens ± 50 kcal/m³, Dichtigkeitsschwankungen höchstens 0,015, weitgehende Konstanz des Verhältnisses $\frac{\text{Heizwert}}{\sqrt{\text{Dichte}}}$, da die ausströmende Gasmenge umgekehrt verhältnisgleich der Wurzel aus der Dichte ist. Als überwiegend schon erreichte Grenzwerte bezüglich der Reinheit des Gases ergeben sich (und dürfen darum auch mit Recht vom Zechengaslieferer gefordert werden): Gehalt an unbrennbaren Gasen unter 12 vH Raumteile; Sauerstoffgehalt unter 0,5, tunlichst sogar unter 0,2 vH Raumteile, Gehalt an organischem Schwefel nicht über 25 g in 100 m³, Ammoniak unter 0,5 g in 100 m³, Naphthalingehalter unter $\frac{5\text{ g}}{p}$ in 100 m³ (p = Anfangsdruck der Fernleitung in at abs).

Darüber, ob das im Ruhrgebiet für die Zusammenführung des Gases der vielen Zechen beabsichtigte Verfahren eine dem oben Gekennzeichneten annähernd entsprechende Gasbeschaffenheit zu liefern vermag, bestehen beim Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern stärkste Zweifel. Diese begründen sich zunächst auf der grundsätzlichen Behandlung der Gütefrage in den bisherigen Angeboten der A.-G. für Kohleverwertung. Wenn von „absolut gleichmäßiger Beschaffenheit" oder von „hochwertigem Gas" gesprochen wird, liegt darin eine um so weniger zulängliche Garantie, als zunächst sogar in Vertragsentwürfen der Gedanke auftauchen konnte, daß Heizwertminderung des Gases an einem Tage durch Heizwertmehrlieferung an den folgenden ausgeglichen werden soll, und bis heute sind keine befriedigenden Mitteilungen darüber da, wie tatsächlich die berechtigten Ansprüche der Gasverbraucher an Beschaffenheit und Gleichmäßigkeit des Gases durch die A.-G. für Kohleverwertung für die Dauer gewährleistet werden sollen. Der Deutsche Verein kommt vor allem zu der Annahme, daß entweder bei der A.-G. für Kohleverwertung eine sehr be-

[3]) Gasfernversorgung von den Kohlengewinnungsstätten aus. September 1927, Geschäftstelle des Vereins, Berlin W 35, Lützowstr. 33/36.

[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1405.

denkliche Unterschätzung der Bedeutung der Gasbeschaffenheit gegenüber dem Preis vorliegt oder daß die A.-G. für Kohleverwertung noch nicht glaubt, sich in diesem Punkt festlegen zu können. Mit der technischen und vertraglichen Sicherstellung der Gasbeschaffenheit steht und fällt aber zunächst einmal unter allen Umständen der gesamte Plan.

Denn darin liegen auch alle Möglichkeiten für die Steigerung des Gasabsatzes, ohne die der ganze Plan von vornherein unlohnend wäre, beschlossen.

In ihren folgenden Kapiteln geht die Denkschrift des Deutschen Vereins mit einer ganz außerordentlichen Vorsicht in der Bewertung der Zukunftsaussichten des Gases vor, die möglicherweise geeignet ist, das Bild zuungunsten des Gaslieferungsangebots der Zechen zu verschieben. Man wird jedoch zweifellos aus dieser Vorsicht den für die Denkschrift verantwortlichen Stellen und Persönlichkeiten keinen Vorwurf machen können; dazu sind die von ihnen zu vertretenden Bindungen gegenüber den bisherigen Gaslieferern und Beziehern zu schwerwiegend.

Unter der soeben gekennzeichneten Gesamteinstellung kommt die Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern zu der Ansicht, daß eine Wirtschaftlichkeit für den Plan der A.-G. für Kohleverwertung nur auf Grund völliger Stillegung der Gaswerke errechnet werden könne, wobei noch die Frage offen bleibe, ob in dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung auch genügend hohe Kosten für die Reinigung und Aufbereitung des Gases bis zur Stadtlieferfähigkeit einkalkuliert seien. Auf neue Reinigungsverfahren könne man sich vor ihrer gründlichen Erprobung nicht verlassen. Daß die Fortleitungskosten für das Gas bei der Ansetzung einer so geringen Liefermenge, wie der Deutsche Verein sie bei Fortbestehen der großen Gaswerke glaubt voraussetzen zu müssen, natürlich wesentlich höher werden, als von der A.-G. für Kohleverwertung vorgesehen, ist einleuchtend, ebenso der Gesichtspunkt, daß für die Frachtberechnung der Kohlen usw. gegenüber den Fortleitungskosten für Ferngas nicht nur die Bahn-, sondern auch die Wasserfracht herangezogen werden muß.

Für Streikgefahr oder politische Verwicklungen sieht der Deutsche Verein in der Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung keine genügenden Sicherheiten, um Lieferung des auf weite Strecken fortgeleiteten Gases unbedingt zu gewährleisten.

Ähnlich umstritten wie das Gebiet der Fernleitungskosten ist das der Gestehungskosten bei Eigengaserzeugung. Hier tritt in den Berechnungen, die der Deutsche Verein anstellt, die große Verschiedenheit der Kohlenpreise, die durch Bahn- und Wasserbeförderung, durch Wettbewerb inländischer Nebenerzeugnisse und ausländischer Gaskohlen bedingt ist, sehr kraß in Erscheinung. Dann, nachdem auf dieser Grundlage Einstandpreise für das Gas gerade an den für die Pläne der A.-G. für Kohleverwertung besonders wichtigen Plätzen, Berlin und Hamburg, erläutert worden sind, weist die Denkschrift eingehend darauf hin, daß der Anteil der Gestehungskosten des Gases im Endpreis verhältnismäßig so gering ist, daß selbst ein ziemlich beträchtlicher Vorteil, der an diesem Posten bei Ferngasbezug theoretisch angenommen werden würde, auf den Endpreis des Gases noch keine besonders große Wirkung haben könnte.

Die fortschreitende Verbilligung der Gasherstellung in Gaswerken auf der einen Seite, dazu die verhältnismäßig geringe Notwendigkeit für Gaswerkausbau bei steigender Gaserzeugung bieten der Anschauung reichlich Nahrung, daß die Eigengaserzeugung, namentlich bei großen Werken, den Wettbewerb mit dem Zechengas durchaus bestehen kann. Denn zu den Zechengaskosten von 3,5 bis 5 ₰/m³, die in der Presse genannt werden, treten die Ausgaben für Verzinsung und Abschreibung der bestehenden Gaswerkanlagen vom Tage der Stillegung ab, Kapitalneubelastungen für Gasbehältervergrößerung bei Bezug von Kokereiferngas, Erhöhung der Pensions- und Abkehrgelder für die freiwerdenden Angestellten und Arbeiter, Kosten für die vergrößerten Wassergas-Reserveanlagen bei Kokerei-Ferngasbezug, Kosten für Ablösung von Kokslieferungsverpflichtungen und Mehrbelastung der bisherige Koksbezieher beim Fortfall des billigen Gaskoks, schließ lich die Gegenwerte der nicht zu unterschätzenden Mono polgefahr bei Kokereigasbezug.

„Die Untersuchung einer Reihe von Gaswerken läß erkennen, daß die Selbstkosten in den großen Gaswerke wesentlich geringer als in kleinen Gaswerken sein könne daß aber auch in mittelgroßen deutschen Städten niedrig Selbstkosten erzielbar sind, wenn die Werke modern ge staltet sind und Sorgfalt auf die Erzielung guter Preis für Nebenprodukte legen. Es muß deshalb das Aufgehe kleiner, weniger wirtschaftlich arbeitender Werke in Grup pen angestrebt werden. Zu beachten ist, daß kleine Werk nicht selten ein Gas mit einem wesentlich über dem Nor malen liegenden Heizwert liefern, was bei wirtschaftliche Vergleichen berücksichtigt werden muß. — Eine groß Anzahl solcher kleinen Werke ist aber zu entlegen, sowoh für die Gruppengas- wie für die Kokereigasversorgung scheidet also aus allen Betrachtungen der vorliegende Denkschrift überhaupt aus.“

Für Werke, die nicht unmittelbar an den großen Fern leitungssträngen liegen, treten zum Kokereigaspreis noch die Kosten des Kapitaldienstes für die Zuführungsleitunge vom Hauptstrang bis zur Verteilstelle hinzu, die de Gaspreis erhöhen. Gewisse Werke ziehen gegenüber den Vorschlag der A.-G. für Kohleverwertung, eine Weltmarkt kohlensorte als Preisregler für den Ferngaspreis zu be stimmen, den Grund an, daß sie unter Weltmarktpreis kaufen können, weil sie im umstrittenen Gebiet liegen Diese Vorteile würden solchen Werken verloren gehen Die Behauptung der A.-G. für Kohleverwertung übe Minderung der Güte der Kohle durch Abrieb, Entgasung an der Luft usw. auf dem Wege zum Gaswerk und bein Durchlauf durch das Gaswerk wird vom Deutschen Verei bestritten; eine größere Minderung als sie auch bei de Ferngasherstellung eintritt, sei kaum anzunehmen, di Kohlenreserven anderseits für den Streikfall oder den Fal schwieriger Kohlenbeschaffung sowohl bei den Kokereien als auch bei den Gaswerken äußerst notwendig.

Auch die Behauptungen der A.-G. für Kohleverwertung über den Markt der Gaswerk-Nebenerzeugnisse werde bestritten und mit dem Hinweis als abgetan bezeichnet daß die A.-G. selbst dezentralisierte Erzeugung solche Stoffe für später vorhabe, die heute als Gaswerk-Nebenerzeugnisse anfallen und vertrieben werden. Nach kurze Ablehnung gewisser Angaben der A.-G. für Kohleverwertung über Gaswerkerträge und Tarifgestaltung bei Werken mit Eigengaserzeugung und Werken mit Ferngasbezug kommt der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern zu dem Schluß, daß um des Preises des Kokereiferngases willen, wenn er an den Gestehungskosten moderner großer Anlagen gemessen wird, vom Standpunkt der Gasverbraucher keinerlei Anreiz zum Bezuge von Ferngas bestehe, dazu sei Kokereigas praktisch, selbst wenn man binnen 30 Jahren eine Gasabsatzsteigerung um 200 vH annähme, noch zu teuer.

Der Abschnitt über die Aussichten für die Entwicklung des Gasverbrauchs in Deutschland ist, wie schon gesagt, auf Grund der heutigen Gaspreisverhältnisse und der Steigerung, die der Gasabsatz zum Teil unter noch ungünstigeren Preisverhältnissen aufwies, als sie heute bestehen, geschrieben. Die mittlere Zunahme des Gasverbrauchs unter diesen Verhältnissen betrug 5 vH seit dem Jahre 1923. Obschon die Werbearbeit für den Gasabsatz sich dauernd erweitert und in ihren Erfolgen verstärkt und anderseits die Entwicklung der Gaspreise für Gewerbe- und Industriegas außerordentlich verheißungsvoll verläuft, rechnet der Verein „in vorsichtiger Weise“ nur mit einer Zunahme des Gasverbrauchs von rd. 2½ vH jährlich für die kommenden 30 Jahre und führt die Gasabsatzrechnung „nur zum Vergleich“ auch mit einer doppelten Steigerung, nämlich auf 200 vH binnen 30 Jahren durch.

Diese Schätzung glaubt der Verein durch günstige Beurteilung der Gewerbegasentwicklung und Ausbaufähigkeit der Gasverwendung im Haushalt — das Gebiet der Raumheizung als nicht immer wirtschaftlich ausgenommen — begründen zu dürfen. Die Gasabsatzmöglichkeiten noch

Abb. 3
Geplante Gruppengasversorgung Ostpreußens.

unversorgter Gebiete empfiehlt er, sehr vorsichtig zu bewerten, und die Vergleiche mit dem hohen Gasabsatz in England und Amerika wünscht er unter dem Gesichtspunkt der in jenen Ländern gänzlich andern Lebensbedingungen (höherer Durchschnittswert der Lebenseinkommen, teurere Arbeitskräfte) beurteilt zu sehen.

Aus alledem ergibt sich die grundsätzliche Verschiedenheit der Anschauungen in beiden Denkschriften besonders klar; denn wenn auf der einen Seite die A.-G. für Kohleverwertung mit stark fallenden Tarifen für Großgasabnehmer und dadurch bedingte starke Zunahme des Gasverbrauchs rechnet, scheint sich in der von ihm allerdings überhaupt nicht zahlenmäßig aufgemachten Kalkulation der Verein an die heute vielfach gültigen, wenn auch für Sondergebiete überholten Einheitstarife zu halten.

Über Vertragsbestimmungen und Vertragswirkungen läßt sich schwer urteilen. Der Deutsche Verein empfiehlt hier lediglich sorgfältige Prüfung der Angebote und Vorsicht in der Übernahme von Versuchsgefahren durch die Gasbezieher in geldlicher Hinsicht. Denn leider ist weder in der einen noch in der andern Denkschrift der Versuch gemacht, ein bestimmtes Angebot aufzustellen oder zu kritisieren.

Bei der die Denkschrift abschließenden Beurteilung der Auswirkungen der Kokereigasversorgung in volkswirtschaftlicher, politischer und sozialer Beziehung leugnet die Denkschrift des Deutschen Vereins zunächst das Bestehen des Sortenproblems; sie weist vielmehr darauf hin, daß die Koksabsatzschwierigkeiten, die der Ruhrbergbau gehabt hat, durch die derzeitigen Bestrebungen der Syndikatsmitglieder um Erhöhung ihrer Koksquoten ganz gewiß nicht vermindert werden würden, daß also offenkundig an diesem Punkte die Voraussetzung der Denkschrift der A.-G. für Kohleverwertung einer Nachprüfung bedürftig wäre. Anderseits gehören die Verbundöfen, mit denen der Bergbau die Koksgasschere hofft vermeiden zu können, bereits seit mehr als einem Jahrzehnt zum eisernen Bestand der Gaswerktechnik.

Außerdem sei ja die Betrachtung des Sortenproblems unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten am einfachsten dadurch herbeizuführen, daß die geldwerten Vorteile, die durch die Beseitigung des Sortenproblems — wenn ein solches nämlich vorhanden wäre — für den Kohlenbergbau erwüchsen, sich in den Angeboten auf Kokereigaslieferung entsprechend auswirkten, was offenbar zur Zeit noch nicht der Fall wäre.

Durch Fortfall der von den bisherigen Gaswerken abgenommenen Gaskohlen aus dem Ruhrgebiet (hier spielt aber die Frage der Gasabsatzsteigerung hinein) könne vielmehr ein Sortenproblem für diese Kohlen erwachsen, wenn der Ferngasbezug im großen kommen würde; denn

Abb. 4
Geplante Gruppengasversorgung in Württemberg.

die Gaskohlen würden zweifellos für die Ruhr schwer absetzbar werden, wenn sie den Binnenmarkt sich selbst untergrüben, da der Auslandmarkt von England ziemlich beherrscht würde. Der Gaskoksmarkt der letzten Jahre lasse auch — unter den gegenwärtigen Gesichtspunkten — nicht von einer Koksgasschere bei den örtlichen Werken sprechen. Denn das Gaskokssyndikat habe stets den Gaskoksanfall abzusetzen vermocht. Und es sei kein Fall bekannt geworden, in dem ein Gaswerkleiter auf „wirtschaftlich vorteilhaften Gasabsatz“ und Maßnahmen zur Steigerung des Gasabsatzes verzichtet hätte, weil er für seinen Koksabsatz Befürchtungen hegte.

Abb. 5. Bestehende Gasfernversorgung Zwickau.
——— ausgeführte Leitungen
------- geplante „

Abb. 6
Bestehende Gasfernversorgung im Freistaat Sachsen.

Der Deutsche Verein betont schließlich die Nachteile, die durch den Beförderungsausfall an Kohle für die Reichsbahn zu erwarten sind, und setzt diesen Beförderungsausfall mit etwa 2,5 Mill. t Frachtgut an. Zudem vermutet der Verein, daß bei dem Einsetzen der Gasfernversorgung eine gesetzliche Regelung auch des Gasmarktes und des Marktes der Entgasungsnebenerzeugnisse unumgänglich werden dürfte, und weist auf den jede solchen Regelung innewohnenden Sozialisierungsgedanken hin. Der Ausfall von Arbeitsgelegenheit, der m dem Erlöschen der bisherigen Gasversorgung zwang läufig verbunden sei, wird, allerdings ohne jede zahlen mäßige Bewertung, an den Schluß der eigentlichen Denkschrift gestellt.

Die Zusammenfassung erblickt in dem Umstand, da die Herstellkosten des Gases bei neuzeitlich einge richteten und gut geleiteten Gaswerken nicht höher al die bisher für das Kokereigas bekannt gewordenen Be zugspreise lägen, daß ferner die Gestehungskosten fü Kokereiferngas um der Einhaltung der notwendigen Güte anforderungen und um der Sicherheit der Lieferun willen noch eine Erhöhung erfahren müßten, daß ferner hin die Gefahr einer Monopolstellung der Gasliefere unvermeidlich scheine und auch die Vorzüge der in de

Abb. 7
Entwurf einer Gasfernversorgung durch sieben Zentralwerke im Freistaat Sachsen.

technischen Verbilligung der Gasherstellung liegender Möglichkeiten den Gasbeziehern nicht zugute kommen würden, genügend Gründe, um den Bezug von Kokerei ferngas abzulehnen. Selbst Vorteile in der Gaspreis gestaltung könnten nicht zu einer Änderung dieser An schauung führen. Anzustreben sei dagegen die Gruppengasversorgung durch Zusammenfassung günstig liegender

Abb. 8
Entwurf einer Gasfernversorgung durch ein Zentralwerk im Freistaat Sachsen.

kleiner Werke im Rahmen größerer, kokereimäßig betriebener Gaswerke.

Beiden Denkschriften ist es gemeinsam, daß sie nur Beiträge zur Erörterung, nicht aber abschließende Stellungnahme zu dem ganzen Problem bilden sollen. Sie geben also im wesentlichen die zum Zeitpunkt ihrer Herausgabe gültigen Anschauungen der Kreise, die sie veröffentlichten, und es ist selbstverständlich, daß die Dinge inzwischen praktisch ihren, hier freilich nicht näher zu erörternden, aber immerhin ziemlich raschen Fortgang genommen haben.

In Deutschland bestehende Gasfernversorgungen.

Die Kohlenfelderkäufe der Städte Frankfurt und Köln, die Denkschrift des Braunkohlenbergbaues zu der Frage, die Loslösung der Gasabteilung aus den Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerken, A.-G., neue Pläne für Thüringen, Ostpreußen und Württemberg — die letzteren, als kennzeichnende Gruppen-Gaswerkpläne, zeigen Abb. 3 und 4 — und gewisse Abschlüsse der A.-G. für Kohleverwertung in Westfalen sind Marksteine der Entwicklung.

Der Bergbau liefert gegenwärtig mit rd. 280 Mill. m³ an Städte etwa 8 vH der insgesamt verkauften Stadtgasmenge. Gaswerke, die andere Städte mit Ferngas beliefern, setzen schätzungsweise 2 bis 3 vH der gesamten Erzeugung auf diese Weise ab, so daß rd. 10 bis 11 vH der gesamten Gasabgabe von heute 3,5 Milliarden m³ jährlich technisch unter den Begriff Ferngas einzuordnen wären. Am weitesten ist naturgemäß diese Art der Gasversorgung in den Kohlenrevieren durchgebildet, besonders im Ruhrgebiet, Abb. 1. Ähnlich ist der Gasbezug im Zwickauer Revier, Abb. 5, im Saarrevier, im oberschlesischen und Waldenburger Revier unzweifelhaft in der Richtung entwickelt, daß mit ziemlich hohen Verhältnissätzen Zechengas zur Bedarfdeckung herangezogen wird oder wenigstens kleine Gaswerke zugunsten frachtgünstig liegender größerer Einheiten zum Ferngasbezug übergegangen sind.

In Sachsen, Abb. 6 bis 8, hat das Vorbild der planwirtschaftlichen Elektrizitätsversorgung auch auf die Gasversorgung Einfluß gehabt. Ferngaswerke, wie Heidenau, Annaberg, legen Zeugnis hierfür ab, ebenso in Thüringen, wo im Saaletal und am Harz Ferngasversorgungsverbände bestehen. Lübeck, das große Teile seines Gasbedarfs aus einem Hochofenwerk bezieht, gibt seinerseits einigen Ostseebädern Ferngas ab. Die Berliner Werke versorgen große Teile des Kreises Barnim. Hamburg ist im Unterelbegebiet parallel zur unterelbischen Stromversorgung mit Gas stark eingedrungen. Und die neueste Ferngasversorgung von Koblenz und den umliegenden Tälern, die von einem Hüttenwerk aus erfolgen soll, dürfte noch in aller Erinnerung sein.

Man sieht, es sind zweifellos genügend Ansätze zur Ferngasversorgung vorhanden und Anlagen im Betrieb, die zum Teil über eine fast zwei Jahrzehnte alte Erfahrung verfügen; an diesen wird der Technik und der Wirtschaftsform nach jede Gruppe, die die Ferngasfrage weiter bearbeitet, ziemlich reichhaltige Studienunterlagen für ihre Pläne finden. [B 1120]

Rauchloser Lokomotivabstellschuppen

Die Rauchplage, die erfahrungsgemäß in der Nähe der Lokomotivschuppen infolge des ständigen Wiederanheizens entsteht, hat die Grand Trunk Western-Bahn dadurch zu bekämpfen versucht, daß sie von einer ortfesten Kesselanlage aus die abgestellten Lokomotiven ständig unter einem Dampfdruck von etwa 10 at hält. Das Anheizen geht dann schnell (10 min) und ohne wesentliche Rauchentwicklung vor sich.

Dieses neue Verfahren hat aber auch noch große wirtschaftliche Vorteile. Versuche mit einer leichteren Lokomotive der Mikado-Bauart zeigten, daß man etwa 190 kg/h Kohlen gebrauchte, um den Druck auf etwa 10 at zu halten und daß außerdem noch rd. 180 kg Kohlen zum Anheizen erforderlich sind, wenn sich der Wert für das Anheizen auf 1 h bezieht. Hält man hingegen die Lokomotive ständig mit Hilfe der ortfesten Kesselanlage unter 10 at, so beträgt der Kohlenverbrauch nur ungefähr 55 kg/h. („Railway Age" Bd. 84 (1928) S. 861.) [N 1635] Gsl.

Berichtigung

Großflächen-Holzschleifer

In Z. Nr. 20 vom 19. Mai 1928 muß es unter Zuschriften an die Schriftleitung auf S. 687 r. Sp. 2. Abs. vorletzte Zeile richtig heißen: . . . gegen 1000 bis 1200 mm der Voithschen Stetigschleifer. [N 1701]

Die Entwicklung zur chemischen Großindustrie

Von Dr. A. Thieme, Charlottenburg

Die anorganische Industrie: Soda, Elektrolyse, Düngemittel, Kontaktverfahren und Katalyse, Schwefelsäure, Ammoniak, Stickstoff — Organische Industrie: Teerfarbstoffe, Präparateindustrie, Kautschuk, Kunstseide, Betriebstoffe — Zukunftsaufgaben: Schädlingsbekämpfung, Leichtmetalle, Legierungen, Eisenerzeugung.

Die chemische Industrie ist die in die Wirklichkeit, in die Technik umgesetzte wissenschaftliche Chemie. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstand zunächst die anorganische Stoffe herstellende chemische Industrie.

Ihre Uranfänge gehen jedoch schon auf das Jahr 1791 zurück, wo der französische Chemiker Leblanc, veranlaßt durch ein Preisausschreiben, die Herstellung der künstlichen Soda (Na_2CO_3) ins Leben rief. Die politischen Wirren seiner Heimat brachten ihn aber um die Früchte seiner genialen Idee. Das Verfahren im großen auszuführen, blieb England vorbehalten, dessen Seifenindustrie und die gerade damals um die Jahrhundertwende aufblühende Baumwollindustrie einen großen Bedarf an Soda hatten. Leblanc benutzte den billigsten und am weitesten verbreiteten Rohstoff, das Kochsalz (wie es die Preisaufgabe vorgeschrieben hatte) und behandelte es mit Schwefelsäure. Das entstehende Natriumsulfat wurde im Sodaofen mit Kohle und Kalk verschmolzen. Aus der Schmelze ließ man nach dem Auslaugen mit Wasser und anschließendem Eindampfen der Lauge die Soda auskristallisieren. Als Nebenerzeugnis entstand bei der Gewinnung des Sulfates Salzsäure. Man oxydierte sie zu Chlor, das in Form von Chlorkalk in der Textil- und Papierindustrie als Bleichmittel Verwendung fand.

Das Leblanc-Sodaverfahren war, obwohl in Frankreich erfunden, infolge der gründlichen wissenschaftlichen und technischen Durchbildung, die es in England erfuhr und die es erlaubte, alle Nebenerzeugnisse gewinnbringend zu veräußern, der Mittelpunkt der gesamten chemischen Großindustrie geworden. Sein Bestand schien auch für die Zukunft gewährleistet.

Da wurde in den siebziger Jahren dem bis dahin weltbeherrschenden Leblanc-Verfahren seine Monopolstellung durch das Ammoniaksodaverfahren entrissen, das von dem belgischen Chemiker Solvay begründet wurde. Es beruhte auf der Schwerlöslichkeit des Natriumbikarbonates ($NaHCO_3$) in Salmiaklösung, war also ein nasses Verfahren. Dadurch unterschied es sich vorteilhaft von der Sodaschmelze, die infolge der hohen Temperatur einen großen Verschleiß des Gefäßmaterials bedingte. Das Solvay-Verfahren wurde aber durch einen Nachteil beeinträchtigt: von dem Ausgangstoff Chlornatrium (Kochsalz) war nur das Natrium zu verwerten, das Chlor ging in der wertlosen Chlorkalziumlauge in die Flüsse. Daher konnte das Leblanc-Verfahren so lange sein Leben fristen, wie es für seine Chlorprodukte Absatzmöglichkeiten fand.

Diese wurden ihm in dem Augenblick genommen, als die chemische Fabrik Griesheim bei Bitterfeld um 1890 die Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Großindustrie ermöglichte[1]). Das 100 Jahre währende Leblanc-Verfahren erlitt damit den Todesstoß. Die Chloralkalien wurden jetzt auf elektrolytischem Wege in Chlor und Alkali geschieden. Dadurch wurde das Chlor billiger als beim Leblanc-Verfahren. Heute sind sogar so große Chlormengen auf dem Markte, daß es dringend geboten erscheint, nach neuen Verwendungszwecken für Chlor zu suchen. Als besonders fruchtbar erwies sich die Elektrolyse für die elektrochemische Reinigung bei der Raffination sonst schwer zu veredelnder Metalle wie Eisen, Kupfer, Nickel und Zink, die man auf diesem Wege fast chemisch rein gewinnen kann.

Die chemische Industrie erfuhr im Jahre 1840 einen weiteren Impuls durch die Bestrebungen Liebigs, der die Landwirtschaft davon zu überzeugen verstand, daß der Acker bei dem unzureichenden natürlichen Dünger einer künstlichen Düngung bedarf. Nur durch sie, das heißt durch eine rechtzeitige Zufuhr der bei jeder Ernte dem Boden verlorengehenden Mineralsalze, ist ein Sinken der Erträge zu vermeiden und dem Acker die Fruchtbarkeit zu erhalten. Man muß daher mit Phosphorsäure, Kali und Stickstoff düngen. Die in der Natur vorkommenden Kalkphosphate (Phosphorite) wurden mit Schwefelsäure aufgeschlossen und so ein künstlicher Phosphorsäuredünger gewonnen, der zur Entstehung der Superphosphatindustrie führte[2]).

Bezüglich des Kaliums, das in seinen verschiedenen Verbindungen für die Zucker und Stärke bildenden Pflanzen so unentbehrlich ist, hatte ein wahrhaft gütiges Geschick über Deutschland gewaltet. In den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden in Mitteldeutschland jene mächtigen Kalisalzlager entdeckt, mit denen wir unsre Landwirtschaft mit Kalidünger versorgen konnten und den Weltmarkt beherrschten[3]).

Den für den Aufbau des pflanzlichen Eiweißes notwendigen Stickstoff erhielten wir einerseits aus dem Salpeterreichtum Chiles, anderseits aber aus den Gasanstalten und Kokereien. Die dort ausgeführte trockene Destillation der Steinkohle liefert uns den Stickstoff in der Form des Ammoniaks. Man bindet es an Schwefelsäure und stellt es der Landwirtschaft in Gestalt von hochwertigem Ammonsulfat zur Verfügung. Der Natronsalpeter aus Chile ($NaNO_3$) war zugleich der Urstoff für die bergmännisch und militärisch verwendeten Sprengstoffe und für die vielerseits in der chemischen Industrie nötige Salpetersäure.

In Hinblick auf die zu erwartende Erschöpfung der Salpeterlager in Chile und der begrenzten Ammoniakgewinnung aus den Steinkohlengasen tauchte der Gedanke auf, den Stickstoff der Luft für Dünge- und Sprengstoffmittel in Form von Ammoniak oder Salpetersäure nutzbar zu machen. Schon längst hatte die wissenschaftliche Chemie im Laboratorium durch elektrische Funkenentladung die Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff zu Stickoxyd ermöglicht, das leicht in Salpetersäure (HNO_3) übergeführt werden konnte. Jedoch erst im Anfang dieses Jahrhunderts wurde jener Versuch in Norwegen unter Anwendung eines elektrischen Lichtbogens von rd. 3000 °C technisch verwertet[4]). Angesichts der beim Großbetrieb erforderlichen ungeheuren Energiemengen ist dieses Verfahren nur da wirtschaftlich, wo zureichende Wasserkräfte zur Verfügung stehen. Dies gilt auch für die Darstellung des als Pflanzennährstoff geschätzten Kalkstickstoffs ($CaCN_2$), der sich im elektrischen Ofen aus Luftstickstoff, Kalk und Kohle über das Zwischenerzeugnis Kalziumkarbid bei hoher Temperatur und dementsprechend großem Verbrauch an elektrischer Energie bildet[5]).

Um die Jahrhundertwende führte die Badische Anilin- und Sodafabrik ein Verfahren in die chemische Großindustrie ein, dessen Grundgedanke sich von einer geradezu unglaublichen Fruchtbarkeit und Anwendungsmöglichkeit erweisen sollte. Seine technische Durchführung trug im wesentlichen dazu bei, daß England seine bis dahin innegehabte Vormachtstellung in der Chemie an Deutschland abtreten mußte. Das sogenannte Kontaktverfahren erlaubte, gasförmige schweflige Säure (SO_2) in Schwefelsäureanhydrid (SO_3) überzuführen, das mit Wasser Schwefelsäure ($SO_3 + H_2O = H_2SO_4$) bildet, deren Herstellung bisher nach dem teueren Bleikammerverfahren üblich war. Die gasförmige schweflige Säure wurde auf katalytischem Wege mit dem Luftsauerstoff unter Bildung von Schwefelsäure „in Kontakt" gebracht. Die Katalysatoren[6]), wie Platin, Eisenoxyd usw., haben eine reaktionsbeschleunigende Wirkung. Sie gestatten hier die unmittelbare Gewinnung von konzentrierter Schwefelsäure und vermeiden dadurch das Eindampfen in Gold- und Platinpfannen, das beim Bleikammerverfahren große Kapitalien verschlang. Neuerdings beherrscht man die Erzeugung dieser wich-

[1]) Vergl. Z. Bd. 54 (1910) S. 483.

[2]) Vergl. Z. Bd. 53 (1909) S. 1465. [3]) Vergl. Z. Bd. 52 (1908) S. 1327.
[4]) Vergl. Z. Bd. 52 (1908) S. 357 und Bd. 72 (1928) S. 191.
[5]) Vergl. Z. Bd. 49 (1905) S. 750. [6]) Vergl. Z. Bd. 70 (1927) S. 1020.

tigen anorganischen Säure auch aus inländischem Gips. Die Umsetzung zu Schwefelsäure gestattet die gleichzeitige Gewinnung eines guten Zementes.

Auch hinsichtlich der Gewinnung des Stickstoffs schuf uns die Katalyse durch die Synthese des Ammoniaks aus seinen Elementen Wasserstoff und Stickstoff eine technisch befriedigende Abhilfe. Diese Reaktion ist unter dem Namen Haber-Bosch-Verfahren[7]) bekannt und gehört zu den Glanzleistungen der deutschen chemischen Industrie. Haber prüfte die Umsetzungsmöglichkeiten mit dem Rüstzeug der wissenschaftlichen Chemie, während Bosch in enger Verbindung mit der Wissenschaft die Schwierigkeiten der Behandlung großer Gasmengen bei hohen Drücken und Temperaturen meisterte. Die Ausgangstoffe sind Koks, Luft und Wasser. Über glühenden Koks streicht Wasserdampf zur Erzeugung des Wasserstoffes. Dieser wird mit reinem aus der Luft stammenden Stickstoff in Stahl-Hochdruckgefäßen, die mit dem Katalysator (Beschleuniger) angefüllt sind, bei 150 bis 200 at und etwa 500 °C zu Ammoniak verbunden.

Die Möglichkeit der Umwandlung von Ammoniak in Salpetersäure (durch Oxydation) hat uns in der Kriegszeit bei dem Fortfall der Salpetereinfuhr davor bewahrt, den Krieg schon 1914 aus Munitionsmangel beenden zu müssen. Die Synthese des Ammoniaks — und damit die Stickstoffindustrie — ist schon jetzt so bedeutend, daß Chilesalpeter nicht mehr eingeführt wird und wir in den Stand gesetzt sind, Stickstoffverbindungen für landwirtschaftliche Zwecke auszuführen. Die diesjährige Erzeugung an Reinstickstoff wird sich bei der I.-G. Farbenindustrie auf 700 000 t belaufen.

Die deutsche chemische Industrie baut aber die Möglichkeiten zur Gewinnung von Pflanzennährstoffen, die sich dem Boden und der Art der Gewächse besonders anpassen, weiter aus. Einer der ersten Erfolge in dieser Hinsicht ist die Herstellung eines kräftigen Stickstoff-Phosphorsäure-Düngers, eines leicht löslichen Volldüngers ohne Ballaststoffe. Sie geschieht durch unmittelbare Umwandlung von Phosphorsäure mit Ammoniak zu Ammoniumphosphat. Es ist ersichtlich, daß ein solcher Mischdünger vereinfachte Benutzung und Frachtersparnis bringt.

Diese lockende Aufgabe war aber nur lösbar durch Beschaffung einer preiswerten Phosphorsäure[8]). Auf der Suche nach einem geeigneten Rohstoff für diese stieß man auf den elementaren Phosphor als Zwischenglied. Er war bereits seit 1900 auf einem andern Gebiete der chemischen Technik ein viel verwendeter Körper, nämlich in der Militärtechnik. Hier wurde er bei dem Ersatz des alten Schwarzpulvers, das durch starke Rauchentwicklung beim Krepieren der Geschosse den Einschlag leicht erkennen ließ, in den neuzeitlichen organischen Nitroverbindungen als vorzüglicher Rauchentwickler verwendet. Außerdem werden große Mengen Phosphor in unserer Zündholzindustrie verbraucht. Phosphor wurde aber in Deutschland nicht erzeugt. Die chemische Fabrik Griesheim war es, die schließlich die in der Natur vorkommenden Phosphate mit Kohle im elektrischen Ofen reduzierte. Auch hier waren große Energiemengen nötig, jedoch stellte sich die durch Verbrennen aus diesem Phosphor gewonnene Phosphorsäure und ihre Bindung mit Ammoniak zu Ammonphosphat für den Landwirt preiswert genug. Der letzthin auf dem Markt erschienene Stickstoff-Phosphorsäure-Mischdünger ist das vielgenannte, auch Kali enthaltende, Nitrophoska.

Die Destillation der Steinkohle liefert außer Leuchtgas, Koks und Ammoniak auch die Teeröle, deren rationelle Gewinnung bei der Verkokung oder Verschwelung noch eine Aufgabe der Zukunft ist. In ihren leichtsiedenden Bestandteilen findet sich das Benzol. Aus ihm ist das Anilin gewinnbar, das um 1860 den Anstoß zur Entwicklung der gerade bei uns besonders blühenden Teerfarbenindustrie gab. Sie hat der jetzigen Firma I. G. Farbenindustrie, A.-G., mit zu ihrer Bedeutung verholfen. Diese verdanken jene in der I. G. Farbenindustrie, A.-G., zusammengeschlossenen Werke einzig und allein der innigen Zusammenwirkung und der gegenseitigen Befruchtung von Technik und Wissenschaft. Ein unaufhaltsamer Siegeszug der Anilinfarben setzte in den folgenden Jahrzehnten[9]) ein:

1869 wurde aus dem Anthrazen des Steinkohlenteers das Alizarin hergestellt, ein künstlicher Farbstoff von hervorragender Leuchtkraft und Echtheit. Damit war dem Krappbau und der Gewinnung des natürlichen Krapprotes die Unterlage entzogen. Dem Alizarin folgten zahlreiche aus Anthrazen gewinnbare, andere prächtige Farbstoffe.

Die weitere Durchmusterung dieser im Steinkohlenteer enthaltenen Verbindungen, das gleichzeitige Auffinden neuer Reaktionen und die Herstellung zahlloser Naphthalinabkömmlinge in der Technik brachte eine schier unerschöpfliche Ernte. Die Azofarben, eine neue Farbstoffklasse, wurden durch Gries, Witt und Nietzky der Großindustrie erschlossen.

In wirtschaftlicher Beziehung ist der Erzeugung des synthetischen Alizarins aus Anthrazen die künstliche Herstellung des Indigos, eines Küpenfarbstoffes, durch Baeyer gleichzusetzen. Zunächst war es eine Großtat wissenschaftlichen Denkens und hervorragenden experimentellen Geschickes. Es bedurfte zäher Beharrlichkeit und Bereitstellung erheblicher Mittel, um Indigo nach Überwindung vieler technischer Schwierigkeiten unter Anpassung an den Großbetrieb im Anfange dieses Jahrhunderts preiswert herzustellen.

Die vornehmste Entdeckung auf dem Gebiete der Farbstoffchemie sind die sogenannten Indanthrenfarbstoffe. Sie sind bezüglich Echtheit und Schönheit das Beste, was es gibt. Ihren Namen verdanken sie dem Indigo und Anthrazen, denen sie hinsichtlich ihres Aufbaues nahestehen.

Die Möglichkeit zur Herstellung künstlicher organischer Verbindungen hatte die wissenschaftliche Chemie schon lange vor der Entdeckung dieser Farbstoffe gefunden. Bereits im Jahre 1829 gewann Wöhler synthetischen Harnstoff aus rein anorganischen Stoffen, und seitdem ist die Zahl der künstlich hergestellten organischen Verbindungen in die Hunderttausende gestiegen. Sie haben nicht nur die Industrie der organischen (Teer-) Farbstoffe erst ermöglicht, sondern auch der, im folgenden nur kurz angedeuteten, Präparateindustrie zu ungeahnter Entwicklung verholfen. Sei es die Textil-, Papier-, Leder- und Lackindustrie, die Gärungs- oder die Riechstoff- und Seifenindustrie, die photographische Industrie usw., sie alle verdanken ihre heutige volkswirtschaftliche Bedeutung jenem unzählige Möglichkeiten in sich bergenden Laboratoriumsversuch Wöhlers vor nunmehr fast 100 Jahren.

Dabei sind diese Gewerbe noch in steter Entwicklung begriffen. Für die in hygienischer Beziehung so wichtige Nahrungsmittelindustrie liegen die zu erwartenden Fortschritte weniger in der Richtung einer chemischen Herstellung von Lebensmitteln als in der Beachtung chemischer Gesichtspunkte und Verfahren für die Behandlung, Verwertung und Frischhaltung. Die Herstellung von Eiweiß in der Form einer preiswerten Futterhefe für die tierische Ernährung liegt wohl im Bereich des technisch Möglichen. Die Kartoffeln müßten ferner in andrer Weise als über die Spiritusherstellung[10]) nutzbar gemacht werden, da man jetzt mehr Kohlehydrate erzeugt als Eiweißstoffe.

Die Heilmittelindustrie stellt an die Reinheit ihrer Stoffe die höchsten Anforderungen. Diesem Verlangen werden gerade die künstlich hergestellten organischen Verbindungen bei ihrem ausgeprägten Kristallisationsvermögen gerecht. Erst neuerdings befaßte man sich auch ernstlich mit Stoffen der belebten Welt, die diese Eigenschaft nicht haben, den Kolloiden. Sie sind von ausschlaggebender Bedeutung für die Lebensfunktionen des Organismus und müssen für die Heilkunde wichtig werden.

Im Vordergrunde der Aufmerksamkeit steht hier vor allem die Bekämpfung der Tuberkulose und des Krebses, ferner der Grippe und der Maul- und Klauenseuche der Tiere. Für diese Krankheiten gibt es gegenwärtig noch keine spezifischen Heilmittel. Die Stoffwechselerkrankungen wie Gicht, Zuckerkrankheit usw., erfordern von der Zukunft ständig weitere Berücksichtigung. Ein bedeut-

[7]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 879, Bd. 68 (1924) S. 836, Bd. 69 (1925) S. 26, 753 u. 1578, Bd. 71 (1927) S. 725.

[8]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1499.

[9]) Vergl. Die Badische Anilin- und Sodafabrik, Festschrift 1924 u. Z. Bd. 57 (1913) S. 983.

[10]) Vergl. „Technik und Wirtschaft" Bd. 19 (1926) S. 187

sames Ziel ist auch der Ersatz der Narkotika Morphium und Kokain durch andre synthetische Erzeugnisse, die bei ungeschwächter, pharmakologischer Wirksamkeit die das Nervensystem bedrohenden Schädigungen dieser Mittel nicht zeigen. Selbst in der Tropenhygiene ist trotz der Einführung z. B. des Germanins gegen die Schlafkrankheit und des Plasmochins gegen Malaria noch viel zu tun, um zu einer wirklichen Befreiung der tropischen Gegenden von den dort herrschenden Krankheiten zu kommen. Es handelt sich hier um ein Ziel von großem kulturellen und wirtschaftlichen Ausmaße. Beachtenswerte Aussichten sind ferner zur Ausführung der Narkose bei Operationen durch die Ausprobung des rektal anzuwendenden Avertins oder E 107 (Tribromaethylalkohol) eröffnet worden.

Wegen seiner kolloidalen Natur ist an dieser Stelle des Kautschuks zu gedenken. Zur Ermittlung seines Aufbaues und zu seiner Synthese sind von der Wissenschaft (Harries) und der Industrie (Baeyer) ungemein schwierige und kostspielige Versuche unternommen worden. Sie haben aber vorläufig zu keinem wirtschaftlich haltbaren Erfolge geführt.

Wohl aber gelang es der chemischen Industrie, auf einem andern Gebiet festen Fuß zu fassen, auf dem der aus natürlichen Faserstoffen gewinnbaren künstlichen Seide. In ihr erstand der Seidenraupe ein mächtiger Gegner. Die Entwicklung zur Kunstseidenindustrie, deren jetzige Welterzeugung etwa 70 Mill. kg beträgt, vollzog sich über eine Reihe wichtiger Einzelentdeckungen[11]).

Im Jahre 1846 erfuhr die Chemie der Zellulose durch die von Schönbein und Böttger durchgeführte Behandlung von Baumwolle mit Salpetersäure eine wesentliche technische Förderung. Man erhielt das erst später unter dem Namen Schießbaumwolle verwendete Treibmittel, nachdem man es verstanden hatte, ihr faseriges Gefüge zu beseitigen und sie durch Gelatinierung mit geeigneten Lösungsmitteln in ein walzbares, je nach Wunsch zu gestaltendes Präparat zu bringen. Die Kriegstechnik erhielt so ein rauchloses Pulver, dessen Verbrennungsgeschwindigkeit ihren Ansprüchen entsprach.

Von dieser gelatinierten Nitrozellulose aus fand der Franzose Chardonnet den Weg zur Kunstseide und begründete damit 1889 die Industrie der künstlichen Faserstoffe. Er preßte in Alkohol und Äther gelöste Nitrozellulose durch feine Düsen in Wasser. Hierbei formte sich ein Faden, der an Festigkeit zwar dem natürlichen Seidenfaden nachstand, ihm aber an Glanz überlegen war und nach erfolgter Denitrierung auch seine Feuergefährlichkeit eingebüßt hatte. — Die „Viskoseseide" beherrscht gegenwärtig den Weltmarkt und hat den Vorzug, als Rohstoff heimischen Holzzellstoff zu verwerten. Ihr größter und aussichtsreichster Mitbewerber unter den zur Zeit herstellbaren Kunstseidenarten bezüglich Güte und Verwendbarkeit ist die deutsche Azetatseide, Zelanese, geworden, die durch Behandlung der Zellulose mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure als Katalysator erhältlich ist. Eine wesentliche Förderung dürfte der Kunstseidenindustrie durch die röntgenographischen Erkenntnisse über den Aufbau der Gespinststoffe beschieden werden.

Die Rohstoffquelle für die Industrie der Betriebstoffe bildeten bis vor kurzem die auf der Erde vorkommenden Mineralöle. Das in ihnen enthaltene und durch Raffination gewonnene Benzin deckt nicht mehr den Verbrauch. Auch die durch Spaltung hochsiedender Mineralöle (Crackvorgang) erzielte höhere Ausbeute an diesem Kraftstoff vermag mit dem steigenden Bedarf nicht Schritt zu halten. Der Hunger nach Betriebstoffen aller Art und das Bestreben, sich von dem ausländischen Mineralölvorkommen unabhängig zu machen, war für Deutschland die Veranlassung, die Verflüssigung oder Veredelung der Kohle zu einem brauchbaren industriellen Verfahren zu gestalten. Diese Frage scheint ihre Lösung gefunden zu haben. Grundsätzlich ist sie im Jahre 1869 durch die von Berthelot im Laboratorium vorgenommene Hydrierung der Kohle unter Bildung flüssiger Kohlenwasserstoffe in Angriff genommen worden. 1913 gelang es Bergius, Kohlenwasserstoffe petroleumartiger Natur durch Hydrierung

[11]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1581.

bzw. Reduktion der Kohle mit Wasserstoff bei 150 at Druck und rd. 400 °C zu erzeugen. Angesichts der durch die Ammoniaksynthese gewonnenen langjährigen Erfahrungen bezüglich der Hochdrucktechnik ist die Badische Anilin und Sodafabrik die berufene Führerin bei der großindustriellen Hydrierung der Braunkohle geworden. Sie wird gegenwärtig bei Merseburg vorgenommen und dürfte die preiswerteste Art der Erzeugung von leichtflüssigen Kohlenwasserstoffen sein.

Die Brennstoffchemie kann sich aber mit der Lösung dieser Frage allein nicht zufriedengeben. Sie sucht u. a nach einer geeigneten Vergasungsform der Kohle (Staubfeuerung) zur Erzeugung wertvoller Betriebs und Heizgase. Sie sinnt nach über die einwandfreie Reinigung dieser Gase, insbesondere über die Beseitigung des für viele metallurgische Verfahren schädlichen Schwefels. Schließlich stellt sie Versuche an zur Nutzbarmachung der Kokereigase mit dem Ziele sie für die Ferngasversorgung heranzuziehen. Die Kohle beginnt so ihren Charakter als Brennstoff zu verlieren und ein chemisch-technischer Rohstoff zu werden.

Im gleichen Jahre, als Bergius[12]) sein Patent anmeldete, gelang es der Badischen Anilin- und Sodafabrik aus Kohlenoxyd und Wasserstoff den in der chemischen Technik so begehrten Methylalkohol (Methanol) zu gewinnen. Auch im Mülheimer Kohlenforschungsinstitut haben sich Fischer und Tropsch[13]) mit der katalytischen Behandlung von Kohlenoxyd-Wasserstoff Gemischen befaßt und ein Verfahren zur Synthese leicht flüssiger bis fester Kohlenwasserstoffe, Benzin bis Paraffin, bei Atmosphärendruck (Niederdruckhydrierung) gefunden. Durch die geschilderte Methanolgewinnung wurde der Industrie der Weg zu den von ihm ableitbaren höheren Alkoholen erschlossen. Sie sind vorzügliche Lösungsmittel. Durch diese Synthese der Großtechnik ist der Boden vorbereitet worden, um die Chemie der einfachen Kohlenstoffverbindungen (der aliphatischen Reihe) wie Essigsäure, Glyzerin usw. aus einfachsten Baustoffen zusammenzusetzen (Katalyse).

Verhältnismäßig jung ist die chemische und biochemische Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge, die alljährlich einen ungeheuren volkswirtschaftlichen Schaden (rd. 1400 Mill. ℳ) verursachen. Man sucht, die Saaten z. B. durch „Beizmittel" zu schützen Diese enthalten als wesentliche Bestandteile Quecksilber oder Kupfer. Die Kleintierschädlinge werden mit dem blausäurehaltigen „Cyklon" vernichtet, dessen Verbrauch sich in Deutschland bis jetzt auf 10,8 Mill. m^3 beläuft Auf Äckern hat man auch Schwefelwasserstoff verwendet das „Hora-Gasverfahren". Zur Säuberung größerer Flächen durch Verstäubung von Arsenverbindungen hat man sich der Flugzeuge (Aviochemie) bedient.

Gleichfalls neu und sehr entwicklungsfähig ist die Technik der Gewinnung von Leichtmetallen, wie Magnesium, Kalzium und Aluminium. Sie dürfte infolge der Aufarbeitung inländischer Tone auf Tonerde und Aluminium, in der Gewinnung wasserfreien Chlormagnesiums für die Erzeugung von Magnesium und in der Ausnutzung der Kaliendlaugen eine große Zukunft haben.

Sehr wichtige Fortschritte sind ferner auf dem Gebiet der Legierungen zu erwarten. Viele Millionen an Volksvermögen gehen jährlich durch mechanische Beanspruchung, Korrosionseinflüsse chemischer Natur und Rost bei Maschinenteilen und metallischen Gebrauchsgegenständen verloren. Hier gilt es geeignete Sonderlegierungen zu finden, die durch ihre Beschaffenheit oder durch schützende Anstrichlacke (Aufgabe der Lackindustrie) den genannten Einflüssen widerstehen. Beachtenswerte Erfolge sind bereits durch die nichtrostenden Stähle der Firma Krupp (Nirosta) erzielt worden.

In der Eisenerzeugung schließlich lautet die Parole für die Zukunft: Gewinnung des technischen Eisens aus den Erzen nicht wie bisher durch Reduktion mit Koks, sondern mittels reduzierender Gase. [B 1303]

[12]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1318 u. 1359.
[13]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 15 u. 899.

Technologie der Lagermetalle[1)]

Schmelzen und Vergießen

Von Reichsbahnrat Hugo Müller, Göttingen

Allgemeine Grundsätze für das Schmelzen und Vergießen der Lagermetalle — Bedeutung der thermischen Eigenschaften der Lagermetalle und deren Auswertung — Beherrschung der Schwindunterschiede zwischen Lagerausguß und Lagerschale — Gießversuche — Abstimmung von Gießtemperatur und den Temperaturen der Lagerschale und Gießformteile für einwandfreien Genauguß — Gießformen — Schmelz- und Gießeinrichtung — Verklammerung der Lagerausgüsse mit den Lagerschalen — Wirtschaftliches.

Grundsätze aufzustellen für das Schmelzen und Vergießen der Lagermetalle entspringt dem Bedürfnis, das mehr Gefühlsmäßige in ein Arbeiten nach bestimmten Gesetzen umzuwandeln und die Lagergießerei in wirtschaftlicher Beziehung in Gleichtritt mit den andern Abteilungen eines Betriebes zu bringen.

Die wichtigsten Fragen, die man hierbei berücksichtigen muß, sind: Wodurch werden Schmelz-, Gieß- und Verspanungsverluste am niedrigsten gehalten, und wodurch ergibt sich eine längere Lebensdauer der Lagerausgüsse? Jahrelange Beobachtungen und zahlreiche Versuche brachten uns vielfältige Antwort.

Der Schmelzverlust wird am kleinsten, wenn rasch und nur so viel geschmolzen wird, wie sofort vergossen werden kann. Hierbei soll die Metalloberfläche im Verhältnis zum Tiegelinhalt möglichst klein sein, also die Tiegelform mehr schlank und hoch als breit und niedrig gewählt werden. Die Gießverluste lassen sich durch zweckmäßige Gießeinrichtungen und gute Ausbildung der Gießformen ganz erheblich herunterdrücken.

Bringt man es fertig, daß das Lagermetall rasch und an allen Stellen im Lager gleichzeitig erstarrt, dann ist der Genauguß oder zum mindesten der annähernde Genauguß ohne große verlorene Köpfe und Steiger möglich, und damit wird der Verlust durch Verspanung gleich null oder doch sehr gering. Um dies zu erreichen, müssen die Gießformen sorgfältig ausgebildet und die Gießtemperatur sowie die Temperaturen der Lagerschalen und Gießformteile gegenseitig richtig abgestimmt werden. Saigerungen und Lunker kann man dann vermeiden; man erreicht ein gleichmäßig dichtes, feinkristallines Gefüge des Lagerausgusses, und damit günstigere Festigkeitseigenschaften.

Bekommt man ferner durch Maßnahmen thermischer Art und durch folgerichtige Gestaltung der Lagerschalen die Schwindspannungen so weit in seine Gewalt, daß sie sich nicht nachteilig auswirken können, dann wird auch die Lebensdauer der Lagerausgüsse verlängert. Unter den Eigenschaften der Lagermetalle fällt den thermischen Eigenschaften eine erhebliche Bedeutung zu. Man muß wissen, bei welchen Temperaturen sich im Laufe der Erstarrung Kristalle ausscheiden, bei welcher Temperatur die Erstarrung beginnt und bei welcher sie beendet ist; man muß Aufschluß bekommen über die Wärmemenge, die von der Gießtemperatur ab bis zur vollständigen Erstarrung dem Lagermetall von der Umgebung, d. h. von der Lagerschale und den Gießformteilen, abgenommen werden muß.

Die Abkühlungskurven von Zinn, Blei, Bahnmetall, Regelmetall und Einheitsmetall zeigt Abb. 1. Das Bahnmetall enthält 98,64 vH Blei, 0,7 vH Calcium, 0,62 vH Natrium, 0,04 vH Lithium und einen Zusatz von 0,2 vH Aluminium, das Regelmetall 83,3 vH Zinn, 5,6 vH Kupfer und 11,1 vH Antimon, das Einheitsmetall 79,2 vH Blei, 14 vH Antimon, 5,3 vH Zinn und 1,5 vH Kupfer.

Sämtliche Abkühlungskurven sind mit derselben Versuchsanordnung und den gleichen Raumteilen an Metall aufgenommen. Bei einer Temperatur von 620° enthielt der Tiegel jedesmal 36,1 cm^3 Metall. Während der Aufnahme wurde die Raumtemperatur auf 25° gehalten, so daß die Abkühlungsbedingungen immer dieselben waren.

Aus den physikalisch-chemischen Tabellen von Landolt-Börnstein[1a)] können die spezifischen Wärmen des Zinns und des Bleis für die verschiedenen Temperaturen entnommen werden. Geht man von der Abkühlungskurve des Zinns aus, so erhält man die in der Zeiteinheit an die Umgebung abgegebene Wärmemenge, dargestellt durch Kurve 2, Abb. 1, aus der Gleichung

$$q = \frac{(t_a - t_e)\, c\, g}{z}.$$

Darin bedeutet

q die in der Zeiteinheit an die Umgebung abgeführte Wärmemenge, cal/s,

t_m die Temperatur, für die q jeweils berechnet werden soll, °C,

c die spezifische Wärme des Metalls bei der Temperatur t_m, cal/°C g,

g das Metallgewicht, g,

z die der Abkühlungskurve entnommenen Zeit, s,

$t_a = t_m + 20°$ $t_e = t_m - 20°$ (gewählt)

$t_a - t_e = 40°$.

[1)] Vorgetragen in der Werkstofftagung am 1. November 1927 Reihe 29: Lagermetalle.

[1a)] 2. Bd., Berlin 1923, S. 1242.

Abb. 1. Thermische Untersuchungen.

1 Abkühlungskurve 2 abgeführte Wärmemenge q in cal/s 3 bis 7 abgeführte Gesamtwärmemenge in cal

Ist die Kurve 2, Abb. 1, richtig, dann muß die während der Erstarrung sekundlich abgeführte Wärmemenge, multipliziert mit der Zeitdauer des Haltepunktes (s) und dividiert durch das Metallgewicht (g) die Schmelzwärme ergeben. Nach Kurve 2, Abb. 1, ist beim Haltepunkt (232 °) $q = 7,3$ cal/s, nach Kurve 1 beträgt die Zeitdauer des Haltepunktes $z = 460$ s; somit ist die Schmelzwärme

$$W = \frac{q\,z}{g} = \frac{7,3 \cdot 460}{244,24} = 13,7 \text{ cal g.}$$

Dies entspricht einem Mittelwert der von verschiedenen Forschern für reines Zinn angegebenen Schmelzwärme. Kurve 3, Abb. 1, gibt die Gesamtwärmemenge (cal) an, die innerhalb bestimmter Zeitabschnitte abgeführt wird.

Aus den Kurven 2 und 1 bekam man die Gesamtwärmemenge Q durch die Gleichung

$$Q = \Sigma\, \Delta\, q \cdot \Delta\, z.$$

Aus den Abkühlungskurven und der Kurve 2 wurden in gleicher Weise die Kurven 4, 5, 6 und 7 ermittelt. Die Richtigkeit der Kurve für Q kann bei Metallen, deren Schmelzwärme bekannt ist, geprüft werden. Z. B. wurden nach Kurve 3 bei Zinn 5751 cal von 600 ° ab bis zum Erstarrungsbeginn und 9109 cal bis zur vollständigen Erstarrung abgeführt, also während der Erstarrung

$$9109 - 5751 = 3358 \text{ cal.}$$

Das Metallgewicht beträgt 244,24 g, somit ist die Schmelzwärme

$$W = \frac{3358}{244,24} = 13,7 \text{ cal/g,}$$

also der gleiche Wert, wie er aus Kurve 1 und 2 gefunden wurde.

Auch die aus Kurve 4 für Blei festgestellte Schmelzwärme stimmt mit den Angaben verschiedener Forscher als Mittelwert gut überein. Man sieht aus den Kurven 5, 6 und 7 recht deutlich die großen Unterschiede der bei der Abkühlung von 600 ° bis zur vollständigen Erstarrung von der Umgebung aufzunehmenden Wärmemengen. Würde man für alle drei Lagermetalle dieselbe Gießtemperatur, z. B. 600 °, wählen, so könnten unmöglich gleichartige Erstarrungsbedingungen für die Lagerausgüsse geschaffen werden.

Das Schwinden eines Lagermetalles während der Abkühlung, sei es noch in flüssigem oder teigigem Zustand, oder erst von der vollständigen Erstarrung bis zur Abkühlung, beeinflußt den Zustand des Lagerausgusses ganz erheblich. Die Lunker, die von dem Schwinden des zuletzt erstarrenden Teiles des Lagermetalls herrühren, können durch Maßnahmen, die ein gleichzeitiges Erstarren des Lagerausgusses an allen Stellen herbeiführen, in den meisten Fällen verhindert werden. Anders ist es mit dem Schwinden des Lagermetalls von der Erstarrung ab bis zur Abkühlung.

Ist das Schwindmaß eines Lagermetalls groß, so besteht die Gefahr, daß das Metall gegenüber der Lagerschale so erheblich mehr schwindet, daß zwischen Ausguß und Lagerschale Luftspalten und, je nach Ausführung der Lagerschale, erhebliche Zugspannungen im Lagermetall entstehen. Wichtig sind also die Schwindunterschiede des Lagermetalls gegenüber dem Stoff, aus dem die Lagerschalen hergestellt sind. Das Spiegelmeßverfahren[2]) hat sich für derartige Feststellungen am besten bewährt. Die tatsächlichen Schwindunterschiede zwischen Lagerausguß und Lagerschale sind abhängig von der Temperatur, die die Lagerschale im Augenblick der Erstarrung des Lagermetalls hatte, und von der Ausgleichstemperatur zwischen beiden. Nicht gleichgültig ist also, ob die Temperatur der Schale nach dem Guß und der Erstarrung des Lagermetalls noch ansteigt, oder ob die Temperaturen beider gleichmäßig fallen. Der letztere Fall ist der günstigere. Auch die Temperatur des Kerns übt einen gewissen Einfluß aus.

Abb. 2
Versuchsgußform.

Einguß

RZ 1133 Z 3 u. 4

Abb. 3 und 4
Fallender Guß.

Um die etwas verwickelten Verhältnisse klären zu können, wurde eine neue Gießform, Abb. 2, gebaut. Eine innen kegelig ausgedrehte Büchse aus Rotguß stellt die Lagerschale dar. Sie hat Bohrungen, die von außen bis zur Mitte des Querschnittes reichen, und zwar drei über der Eingußstelle und drei um 90 ° hierzu versetzt. Weitere Temperaturmeßstellen liegen in der Grundplatte, im Kern und im Eingußtrichter. Der Kern ist gleichfalls kegelig, so daß die Wanddicke der Lagermetallbüchse überall die gleiche ist. Die Abmessungen sind in möglichster Übereinstimmung mit den Verhältnissen, wie sie bei Lagern für Eisenbahnfahrzeuge liegen, gewählt.

Oben am Rand der Rotgußschale ist eine Art Marke angebracht, die vom hochsteigenden Lagermetall berührt wird und in diesem nach der Erstarrung eine ebene Fläche hinterläßt, die als Meßstelle für die Schwindunterschiede dient.

Hatte sich die Form nach dem Guß auf 150 bis 160 ° abgekühlt, so nahm man sie auseinander, damit Lagerausguß und Schale sich je für sich abkühlen konnten. Hatten beide die Raumtemperatur angenommen, so wurde der Lagerausguß wieder in die Rotgußschale eingesetzt und es wurde gemessen, um welchen Betrag der Lagerausguß mehr in die Rotgußbuchse einsank. Hieraus ließ sich dann der entstandene Schwindunterschied zwischen Lagerausguß und Schale berechnen.

Man stellte z. B. fest: bei Bahnmetall

Schalentemp. 250°, Kerntemp. 80°, Schwinduntersch. 0,261 mm
„ 120°, „ 80°, „ 0,479 „ ,

bei Einheitsmetall

Schalentemp. 250°, Kerntemp. 80°, Schwinduntersch. 0,175 mm
„ 120°, „ 80°, „ 0,208 „ .

Bei Regelmetall sind die Schwindunterschiede sehr klein, sie bewegen sich zwischen 0,06 und 0,11 mm. Die für Bleilegierungen gefundene Gesetzmäßigkeit fand hierbei keine Bestätigung. Die so erhaltenen Werte stimmen nun nicht mit denen überein, die das Spiegelmeßverfahren ergab. Sie sind um etwa 0,4 mm kleiner. Der Unterschied wird noch größer, wenn die Kerntemperatur niedriger gehalten wird. Man muß also, um die Schwindunterschiede zwischen Lagerausguß und Schale recht klein zu halten, eine hohe Temperatur der Lagerschale anstreben. Anderseits hat sich die Schalentemperatur nach der Abkühlungs- und Erstarrungsgeschwindigkeit des Lagermetalls zu richten, um Lunker zu vermeiden.

An der Hand der vorläufig gewonnenen Anhaltspunkte für Gieß-, Schalen- und Kerntemperatur konnte man dazu übergehen, mit der Gießform die verschiedenen Gießverfahren zu erproben; zu diesem Zweck wurde der Kern jeweils abgeändert; die übrigen Formteile blieben dieselben.

[2]) Glasers Annalen Bd. 101 (1927) Jubiläumsheft S. 279.

Abb. 6 bis 8
Steigender Guß ohne Schaumsammler. Anschnitte (Metallzuführkanäle) hoch und schmal.

Abb. 10 bis 12
Steigender Guß ohne Schaumsammler. Anschnitt flach und breit.

Abb. 14 bis 16
Steigender Guß mit Schaumsammler. Anschnitt flach und breit.

Die Anordnung für fallenden Guß, Abb. 3 und 4, ein früher allgemein übliches Verfahren, hat den Nachteil, daß Luft beim Gießen mitgerissen wird. Es bildet sich viel Schaum. Poröse Stellen im Guß sind die Folge. Häufig entsteht an der Eingußstelle eine erhebliche Temperaturerhöhung von Kern und Schale, so daß dort im Guß innen und außen Lunker entstehen. Abb. 5 zeigt zwei Teile der durchschnittenen Lagermetallbüchse.

Abb. 6 bis 9 zeigen steigenden Guß mit hohem und schmalem Anschnitt. An den Eingußstellen wird die Temperatur um etwa 50 ° höher, daher bilden sich Lunker, Abb. 9.

Bei dem steigenden Guß, Abb. 10 bis 13, sind die Anschnitte flach und breit auseinandergezogen, so daß örtliche Temperaturerhöhungen vermieden bleiben; deshalb bilden sich keine Lunker. Da aber Schaumsammler fehlen, ist der Guß besonders oben blasig, Abb. 13.

Bei dem steigenden Guß, Abb. 14 bis 17, hat man flache, weit auseinander gezogene Anschnitte und Schaumsammler gewählt. Die Gußstücke sind durchaus einwandfrei, Abb. 17. Der Schaum und die Oxyde werden durch den Schaumsammler zurückgehalten. Die Gußstücke erstarren, oben beginnend, in ganz geringen Zeitunterschieden; daher bilden sich keine Lunkerstellen.

Die Gießversuche brachten außerdem noch weitere wichtige Anhaltpunkte. Die Temperatur der Grundplatte wird am besten gleich der Erstarrungstemperatur des betreffenden Lagermetalls gehalten. Bei einer heißeren Grundplatte bricht das Metall unten aus. Bei einer kälteren wird es zu sehr abgekühlt und steigt in der Form nicht mehr genügend hoch. Außerdem kann die durch den Übergang vom flüssigen in den festen Zustand entstehende Volumenverminderung durch Nachsaugen nicht mehr ausgeglichen werden. Für Bahnmetall erwies sich eine Lagerschalentemperatur von 250 bis 260 ° als am richtigsten. Das Temperaturgefälle zwischen der Erstarrungstemperatur (317 °) des Metalls und der Temperatur der Lagerschale betrug somit 57 bis 67 °, im Mittel 62 °.

Der Kern wird am besten auf 80 bis 100 ° angewärmt. Die Gießtemperatur für Bahnmetall betrug 600 °. Mit dieser Temperaturabstimmung der einzelnen Teile wurde bei Bahnmetall neben einem einwandfreien Guß auch der kleinste Schwindunterschied zwischen Schale und Einguß erreicht. Er betrug nur 0,261 mm.

In der gleichen Form sollen nach derselben Gießart das Regel- und das Einheitsmetall vergossen werden. Nach Kurve 6, Abb. 1, beträgt für Regelmetall die bis zur vollständigen Erstarrung an die Umgebung abgegebene Wärmemenge 10 746 cal, und nach Kurve 5, Abb. 1, die für Bahnmetall 6524 cal, also hat das Regelmetall einen Wärmeüberschuß von 4222 cal.

Abb. 5
Zwei Teile der durchschnittenen Lagerbüchsen, Abb. 3 und 4.

Abb. 9
Lunkerbildungen an den Gußteilen, Abb. 6 bis 8.

Abb. 13
Blasenbildung an den oberen Stellen des Gusses, Abb. 10 bis 12.

Abb. 17
Einwandfreies Gußstück, Abb. 14 bis 16; Bahnmetall.

Abb. 18
Einheitsmetall, Schale zu hoch erwärmt (250 °); große Lunker.

Abb. 19
Regelmetall: a Kern zu hoch erwärmt, Einfallstellen innen; b Schale zu hoch erwärmt (250 °), Einfallstellen außen.

Diesen Betrag auf der Ordinatenachse der Kurve 6 aufgetragen, durch den Endpunkt zur Abszissenachse eine Parallele gelegt und dann den Schnittpunkt mit Kurve 6 nach der Abkühlungskurve projiziert gibt die Gießtemperatur des Regelmetalls, 380 °, die einer gleichen Wärmeabgabe wie beim Bahnmetall entspricht. Da nun mit dieser Temperatur der obere Kristallausscheidungspunkt zusammenfällt, muß mit der Gießtemperatur etwas höher gegangen werden, und zwar auf etwa 400 °.

Betrachtet man die Abkühlungszeit von der Gießtemperatur bis zur vollständigen Erstarrung, so findet man beim Regelmetall 790 s, bei Bahnmetall 390 s, also erhebliche Abweichungen. Diese Zeiten sind abhängig vom Temperaturgefälle und der dem Metall eigenen Erstarrungsgeschwindigkeit als Funktion der Kristallisationsgeschwindigkeit und Kornzahl. Um für den Lagerausguß aus Regelmetall gleiche Abkühlungsbedingungen zu schaffen wie beim Bahnmetall, ist das Temperaturgefälle vom Erstarrungspunkt bis zur Schalentemperatur im Verhältnis der Abkühlungszeiten größer zu wählen.

Das Temperaturgefälle betrug bei Bahnmetall im Mittel 62 °, die Abkühlungszeit 390 s; bei einer Abkühlungszeit von 790 s wird das Temperaturgefälle $\frac{790}{360}\,62 = 125{,}5°$. Regelmetall erstarrt bei 236 °, somit ist die Schalentemperatur zu 236 — 125,5 = 110,5, rd. 110 bis 115 °, richtig. Die Temperatur der Grundplatte wurde entsprechend dem Erstarrungspunkt des Regelmetalls mit 230 bis 240 ° gewählt. Die Kerntemperatur blieb dieselbe wie bei Bahnmetall. Änderungen der Kerntemperatur brachten keinen Erfolg.

Der Wärmeüberschuß des Einheitsmetalles gegenüber dem Bahnmetall beträgt nach den Kurven 5 und 7, Abb. 1, 2907 cal. Aus Kurve 7 und der Abkühlungskurve erhält man dann eine Gießtemperatur von 450 °. Sie fällt auch hier mit einem Kristallausscheidungspunkt zusammen, muß also etwas höher gelegt werden. Da die Menge der sich ausscheidenden Kristalle etwas kleiner ist als beim Regelmetall, genügt ein Zuschlag von 10 °, also Gießtemperatur 460 °. Die Erstarrungszeit beträgt bei 460 ° Gießtemperatur 700 s. Das Temperaturgefälle zwischen der Erstarrungstemperatur des Einheitsmetalls und der Lagerschalentemperatur berechnet sich aus

$$\frac{\left\{\begin{array}{l}\text{Temperaturgefälle des Bahnmetalles} \times \\ \text{Abkühlungszeit des Einheitsmetalles}\end{array}\right\}}{\text{Abkühlungszeit des Bahnmetalles}} = \frac{62 \cdot 700}{390} = 111{,}3, \text{ rd. } 112°.$$

Die Temperatur der Lagerschale wird dann 240 ° — 112 ° = 128 °, also 125 bis 135 °. Die Grundplatte wird auf rund 240 ° erwärmt, der Kern auf 80 bis 90 °. Der Schwindunterschied beträgt 0,21 mm.

Vergleicht man den Schwindunterschied bei dem Bahnmetall mit dem bei dem Einheitsmetall, so findet man, daß der bei dem Bahnmetall nur um 0,26 — 0,21 = 0,051 mm größer ist, obwohl die Schwindmaße, in vH der Längeneinheit ausgedrückt, erheblich größere Unterschiede aufweisen. Die Schwindmaße betragen:

beim Einheitsmetall 0,58 vH bis 0,6 vH,
beim Bahnmetall 0,98 vH bis 1,0 vH.

Die geringen tatsächlichen Schwindunterschiede rühren daher, daß beim Einheitsmetall die Lagerschale nicht so hoch erwärmt werden kann als bei Bahnmetall; es entstehen sonst Lunker, Abb. 18.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Regelmetall. Wird die Lagerschale höher erwärmt als auf 100 bis 115 °, z. B. auf 250 °, so entstehen Einfallstellen, Abb. 19 b; wird der Kern höher erwärmt, dann sind die Einfallstellen innen, Abb. 19 a. Bei hochbleihaltigen Lagermetallen werden daher die Nachteile eines größeren Schwindmaßes durch die ihnen eigene höhere Abkühlungs- und Erstarrungsgeschwindigkeit zu einem erheblichen Teil wieder ausgeglichen.

In den Genaugießformen für Stangenlager, Lokomotivachslager und Wagenlager ist das bisher Besprochene verwirklicht. Die Form der Metallzuführkanäle, der sogenannten Anschnitte, zeigt Abb. 20.

Abb. 20 a zeigt den Stangenlagerkern mit dem Schaumsammler von unten gesehen, Abb. 20 b, den Trichter für den schrägsteigenden Guß von Wagen- und Tenderlagern. Ein Schaumsammler ist unnötig, da das Metall ohne zu schäumen an den Wandungen des schräggestellten Trichters gleitet. Abb. 20 c zeigt die Anschnittplatte der Lokomotivachslager-Gießform mit Schaumsammlern.

Abb. 21 bis 24 zeigen die Stangenlagergießform, die Gießform für Güterwagenlager, den verstellbaren Kern und die zusammengebaute Gießform für Lokomotivachslager.

Genau gegossene Lager zeigen Abb. 25 und 26.

Bei der Schmelz- und Gießeinrichtung, Abb. 27, ist der Ofen nach der Bauart der Gaserzeuger konstruiert.

Abb. 20
Metallzuführkanäle (Anschnitte) für Genaugießformen.

a Stangenlagerkern mit dem Schaumsammler, von unten gesehen, *b* Trichter für den schrägsteigenden Guß von Wagen- und Tenderlagern, *c* Anschnittplatte der Lokomotivachslager-Gießform mit Schaumsammlern

Abb. 21
Stangenlager-Gießform.

Abb. 22
Gießform für Güterwagenlager.

Abb. 23
Verstellbarer Kern für Lokomotivachslager.

Abb. 24
Zusammengebaute Gießform für Lokomotivachslager.

Abb. 25

Abb. 25 und 26
Genau gegossene Lager.

Der Schmelzraum und die Kammer zum Ausschmelzen der Lager und zum Vorwärmen von Lagern und Gußformteilen werden von einer einzigen Feuerstelle aus beheizt. Um recht kurze Schmelzzeiten zu erreichen, wird die Temperatur im Schmelzraum auf 800 bis 900 ° gehalten. Mit der eigenartig ausgebildeten Tiegelaushebvorrichtung kann man schnell den Tiegel von der Feuerstelle entfernen und bequem gießen. Auf dem Gießtisch ist die Stangenlager-Gießform gußbereit aufgestellt.

Ein sattes Anliegen des Lagerausgusses in der Lagerschale verlangt nicht nur kleinste Schwindunterschiede,

Abb. 27
Schmelz- und Gießeinrichtung.

Abb. 28 und 29
Lagerschale aus Flußeisenguß. Bisherige Ausführung.

Abb. 30 bis 32
Kuppelstangenlager einer G 8²-Lokomotive (Spiegellager).

Abb. 33 bis 35
Großes Kuppelstangenlager für eine G 8¹-Lokomotive (Umgußlager).

vielmehr müssen die Verklammerungsnuten auch so angeordnet werden, daß die durch sie letzten Endes herbeigeführten Schwindspannungen weder Hohlräume noch eine Überbeanspruchung des Lagermetalls verursachen. Längsnuten sind falsch, besonders wenn man sie nach Abb. 28 bis 32 anordnet.

Richtiger sind die Radialnuten, Abb. 33 bis 37. Vorteilhaft sind bei diesen quer zu den Nuten eingesetzte Klammern aus Messingdraht. Sie wirken den im Laufe der Zeit entstehenden kleinen Radialbewegungen des Lagerausgusses in der Schale entgegen. Selbstverständlich darf die Entfernung der Radialnuten voneinander nicht zu groß sein.

Wie sich die angeregten Maßnahmen wirtschaftlich auswirken, hängt zum Teil von dem Lagermetall selbst

Abb. 36 und 37
Lagerschale aus Rotguß für Güterwagen.

ab. Da sich die bisherigen Ausführungen nicht auf ein bestimmtes Lagermetall bezogen, so sollen auch jetzt nur mehr allgemeine Angaben gemacht werden.

Früher, als die Lagermetalle noch in großen flachen Wannen, die den ganzen Tag über auf dem Feuer standen geschmolzen wurden, betrug der Schmelzverlust rd. 8 vH. Für Verluste durch Gußabfälle und Verspanung mußten etwa 14 vH eingesetzt werden, so daß ein Metallverlust von 22 vH das Mittel darstellte.

Eine Gießerei, die auf Genauguß oder mindestens annähernden Genauguß eingestellt ist, darf nur 4 bis 6 vH Metallverlust haben. Ob nun das Lagermetall mehr oder weniger leicht oxydierbar ist, fällt bei Beachtung der erwähnten Maßnahmen nicht so sehr ins Gewicht. Bei einfachen Lagern, z. B. Wagenlager, wird durch Wegfall jeglicher Dreharbeit an Löhnen ganz erheblich gespart.

Die zweckmäßigere Gestaltung der Lagerschalen und das Bestreben, durch Gießmaßnahmen eine höhere Festigkeit der Lagerausgüsse zu erreichen, verlängert die Lebensdauer der Lagerausgüsse und wird die Zahl der Heißläufer verringern, so daß auch hierdurch Vorteile geboten werden. [B 1133]

Kolben und Kreuzköpfe der Pennsylvaniabahn

In Deutschland pflegt man bei Zylinderdurchmessern über etwa 400 mm die Kolben im Zylinder „schwimmen" zu lassen, indem man die Kolbenstange nach vorn verlängert und sie im Deckel oder davor unterstützt. In den Vereinigten Staaten fängt man an, diese Anordnung — soweit man sie überhaupt angewendet hat — wieder zu verlassen.

Die Virginiabahn hat schon vor Jahren selbst an Lokomotivzylindern von mehr als 1000 mm Dmr. die Verlängerungen der Kolbenstangen wieder entfernt. Auch die Pennsylvaniabahn läßt sie seit Jahren fort. Erstmalig geschah dies 1917 an den 1 E-Lokomotiven, Gattung X I ls[1]) bei Zylindern von 775 mm Dmr. und 813 mm Hub. Die neueste Ausführung der Kolben mit nunmehr tragenden Ringen an den 2 D 1-Lokomotiven, Gattung Ml[2]), der Pennsylvaniabahn (Zylinder 685/711 mm) zeigt Abb. 1. Nimmt man bei dieser Ausführung etwa zwei Drittel des Kolbendurchmessers als tragend an, so ergibt dies im vorliegenden Fall etwa 370 cm² Tragfläche, also für den ungünstigsten Fall, daß das ganze Kolbengewicht aufgenommen werden muß, etwa 0,35 kg/cm² Flächendruck. Wieviel von diesem Druck tatsächlich zur Auswirkung kommt, hängt natürlich von dem Unterhaltungszustand der Stopfbüchse und der Gleitflächen des Kreuzkopfes ab.

Einen Vorschlag, von den durchgehenden Kolbenstangen wieder abzusehen und dafür die Kolben mit Tragflächen zu versehen, hat in Deutschland Stumpf 1919 gemacht[3]). Einen ähnlichen Tragschuh hatte auch die Firma Schmidt bei ihren ersten Heißdampflokomotiven um die Jahrhundertwende versuchsweise angewendet.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch das Bestreben der Pennsylvaniabahn, die Flächendrücke des Kreuzkopfes auf die Gleitbahnen durch Ausbildung doppelter Gleitflächen herabzusetzen. Die Gleitbahn, Abb. 2, hat innen mehrsprossige Gleitflächen. Sie ist zwecks einfacherer Herstellung aus zwei Stücken zusammengesetzt.

[1]) „Railway Age" Bd. 71 (1921) S. 901.
[2]) „Railway Age" Bd. 81 (1926) S. 990; von dieser Type wurden 1926 200 Stück bestellt.
[3]) Z. Bd. 63 (1919) S. 1234.

Abb. 1
Kolben mit tragenden Ringen.

Abb. 2
Geteilte treppenförmige Gleitbahn.

Abb. 3 und 4
Kreuzkopf mit treppenförmigen Gleitflächen.

Der Kreuzkopf erhält die aus Abb. 3 und 4 ersichtlichen entsprechenden Tragflächen, die mit rd. 4 mm dicker Weißmetallschicht überzogen sind. Die Tragflächen werden infolge dieser Bauweise um etwa 75 vH vergrößert.

Im vorliegenden Fall ergibt sich bei 65 000 kg Kolbendruck (der Dampfüberdruck beträgt 17,6 at), einer Treibstangenlänge von 3120 mm ($1 : r = 8{,}8 : 1$) 3,6 kg/cm² größter Flächendruck, der sich durch die anteiligen Gewichte von Treibstange und Kreuzkopf noch etwas vermindert oder vermehrt. [M 1538] M.

Die Anwendung kurzer elektromagnetischer Wellen in der Funktechnik[1]

Von C. W. Kollatz †. Dem neuesten Stande angepaßt von Dr. F. Noack, Berlin-Schlachtensee

Die besonderen Eigenschaften der kurzen elektromagnetischen Wellen und der gegenwärtige Stand ihrer Verwendung im Liebhaberverkehr und im regelmäßigen Fernverkehr werden unter Erläuterung der technischen Grundlagen besprochen. Auf die große Bedeutung des Kurzwellenbetriebes für die drahtlose Telegraphie im Weltverkehr wird hingewiesen.

Die beim drahtlosen Nachrichtenverkehr als Zeichenträger dienenden, sich im Äther fortpflanzenden elektromagnetischen Schwingungen sind transversale Wellen. Für ungedämpfte Wellen, wie sie im drahtlosen Weitverkehr und im Rundfunk heutzutage ausschließlich verwendet werden, ergibt sich danach eine Sinuslinie *abcde*, Abb. 1. Sie stellt für einen bestimmten Zeitpunkt die Verteilung der Feldstärke der Schwingung längs der Strecke *ae* dar. Für den drahtlosen Weitverkehr werden Wellenlängen [*ae*] von etwa 11 bis 19 km, für den Rundfunk von etwa 200 bis 2650 m und für den Kurzwellenverkehr von 1 bis etwa 200 m benutzt.

Abb. 1 Verlauf (sinusförmiger) einer ungedämpften elektromagnetischen Welle.

Unterschied zwischen langen und kurzen elektromagnetischen Wellen

Für die Wellenlänge λ gilt die Gleichung $\lambda = \frac{c}{n}$ m, worin c m/s die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle und n Hertz[2]) die Frequenz bedeutet. c ist im allgemeinen gleich der Lichtgeschwindigkeit, d. i. $3 \cdot 10^8$ m/s, anzunehmen. Beim drahtlosen Verkehr Nauen – New York, wo z. B. mit 12 km Wellenlänge gearbeitet wird, beträgt die Frequenz nach der angegebenen Formel 25 000 Hertz, während sie sich z. B. für die 100 m lange Welle auf 3×10^6 Hertz beläuft. Die Wellenlängen sind also zahlenmäßig sehr viel handlicher als die Frequenzen. Dies ist der Hauptgrund, weshalb in der Funktechnik häufiger von der Wellenlänge als von der Frequenz gesprochen wird.

Die Erfahrungen über die für den jeweiligen Zweck am besten geeignete Wellenlänge sind noch keineswegs abgeschlossen. Im Weitverkehr bevorzugt man seit einer Reihe von Jahren sehr lange Wellen. Sie ermöglichen einen zuverlässigen Dauerbetrieb während des ganzen Tages, pflanzen sich verlustfreier fort und folgen besser den Krümmungen der Erdoberfläche als kürzere Wellen. Für die Bemessung der Wellenlänge im Weitverkehr hatte sich die Faustregel herausgebildet, daß diese den 500. Teil der zu überbrückenden Entfernung betragen soll. In dem erwähnten Beispiel Nauen–New York trifft dies zu, denn bei rd. 6000 km Entfernung wird auf der 12 km langen Welle gesendet. Die langen Wellen haben aber auch sehr beträchtliche technische und wirtschaftliche Nachteile. Insbesondere nimmt die Stärke der atmosphärischen Störungen, die den drahtlosen Betrieb im Weitverkehr bekanntlich sehr beeinträchtigen und namentlich im Wettbewerb mit der Kabeltelegraphie von großem Nachteil sind, mit wachsender Wellenlänge ganz außerordentlich zu. Ferner geht die Strahlung des Sendeluftleiters und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebes mit zunehmender Wellenlänge stark zurück. Bei 150 m wirksamer Antennenhöhe, 20 km Wellenlänge und 500 A Antennenstromstärke werden z. B. 22 kW, das sind 5 vH der für die Antennenerregung aufgewandten Leistung ausgestrahlt, während sich bei 75 m Wellenlänge, 15 m wirksamer Antennenhöhe und 5 A Stromstärke etwa 1,6 kW Strahlungsleistung, entsprechend 30 vH der aufgewendeten Energie, ergibt.

Auf den Rundfunk war für die Wahl der Wellenlänge die erwähnte Faustregel von vornherein schon deshalb nicht anwendbar, weil man dabei mit einer gegebenen Entfernung selbst durchschnittlich nicht rechnen kann. Hier war in erster Linie bestimmend, daß bezüglich der Wellenlänge möglichst geringe technische Anforderungen an das Empfangsgerät gestellt und die übrigen Zweige des Funkverkehrs (Weitverkehr, Schiffsverkehr, Wirtschaftsrundspruch usw.) nicht gestört werden. Aus diesen Erwägungen verwendet man beim Rundfunk die mittleren Wellen von 200 bis 700 m für die kleineren Sender und die Wellen zwischen 1000 und etwa 3000 m für die Großkraftsender. In den Vereinigten Staaten von Amerika wurden den Funkfreunden, die nicht nur empfangen, sondern auch senden wollten, für diesen Zweck die Wellen unter 125 m freigegeben. Auf diese Zufälligkeit ist es zurückzuführen, daß die schon früher versuchsweise angewandten, aber damals für praktische Zwecke als ungeeignet befundenen kurzen Wellen bis herunter zu 5 m und weniger wieder in Aufnahme kamen, und zwar für den Liebhaberfunkbetrieb wie auch für den regelmäßigen Nachrichtenverkehr über große Entfernungen.

Die Vorzüge der Kurzwellen sind vor allem, daß man, wie schon aus dem obigen Zahlenbeispiel hervorgeht, bei ihrer Verwendung mit viel geringerer Sendeenergie auskommt, als bei langen Wellen, und daß auch die Antennen viel einfacher und niedriger sein können. Ferner treten die Schwunderscheinungen (fadings) und die atmosphärischen Störungen namentlich bei Wellen unter 450 m viel schwächer auf und sind von wesentlich kürzerer Dauer als bei langen Wellen. Sehr wichtig ist aber auch, namentlich im Hinblick auf die dauernd zunehmende Vermehrung der Funksendestellen aller Art, daß im Bereich der kurzen Wellen das Wellenspektrum sehr viel dichter mit Sendern belegt werden kann, als im Bereich der mittleren oder gar langen Wellen, weil die für die gegenseitige Störfreiheit der Sender maßgebende Frequenz im umgekehrten Verhältnis zur Wellenlänge steht. Innerhalb des Wellenbandes von 15 000 bis 16 000 m können z. B. etwa fünf verschiedene Sender (Wellenlänge 15 000, 15 250, 15 500 usw.) arbeiten, so daß also bis zu fünf Sender auf ein Wellenband von 1000 m Breite entfallen. In der Nähe der 30 m langen Welle aber könnte man mehr als 200 Sender innerhalb eines Wellenbandes von nur 1 m Breite arbeiten lassen oder, mit andern Worten, 0,5 cm Unterschied in der Wellenlänge von Sender zu Sender (30,005, 30,010, 30,015 usw.) würden genügen, um gegenseitige Störungen der Sender fernzuhalten. Besonders für den weiteren Ausbau des Rundfunks könnte diese Tatsache einen Grund für die Einführung kurzer Wellen bedeuten, da hier mit einer dauernden Vermehrung der Sender zunächst zu rechnen sein wird.

Ein weiterer Vorzug der kurzen Wellen, der den Funkfreunden gleichfalls besonders zustatten kommt, besteht darin, daß zu ihrer Erzeugung und zu ihrem Empfang viel einfachere Geräte als beim Langwellenbetrieb genügen. Anderseits haben die kurzen Wellen auch gewisse Nachteile. Dazu gehört zunächst der große Unterschied der Empfangslautstärke bei Tag und bei Nacht, der sich bei manchen Wellenlängen sehr unangenehm bemerkbar macht und bisweilen so groß ist, daß die Lautstärke bis zur Unhörbarkeit herabsinkt, so-

[1]) Vergl. Lübben, Kurze Wellen, Berlin 1925; Cremers, Kurzwellen-Sendung und Empfang, Berlin 1926; Esau, Kurze elektrische Wellen und ihre Bedeutung für die drahtlose Telegraphie, Telefunkenzeitung Bd. 7 (1924) S. 5; Esau, Kurze elektrische Wellen und ihre Anwendung in der drahtlosen Telegraphie. ETZ Bd. 46 (1925) S. 1859; Rukop, Neuere Ergebnisse in der drahtlosen Telegraphie mit kurzen Wellen, Telefunkenzeitung Bd. 8 (1926) S. 50; Brusch, Ueber kurze Wellen, „Die Antenne" 1925 Heft 10 S. 181; F. W. Alexanderson, Short wave transmission, „The Wireless World" Bd. 17 (1925) S. 373.

[2]) 1 Hertz = 1 Per./s.

bald Tageslicht auch nur in einem Teil des zu überbrückenden Raumes herrscht. Allerdings gibt es Wellenlängen, bei denen sich die Unterschiede in der Lautstärke bei Tag und bei Nacht wieder viel weniger bemerkbar machen.

Ein weiterer Nachteil des Kurzwellenbetriebes besteht darin, daß er eine sehr scharfe Abstimmung und eine viel größere Gleichmäßigkeit der Wellenlänge erfordert als der Langwellenbetrieb. Während bei 15 000 m Wellenlänge (Frequenz 20 000) bei Frequenzschwankungen bis zu 0,5 vH aufwärts noch ein klarer Empfang möglich ist, beträgt diese Grenze beim Arbeiten mit der 30 m langen Welle (Frequenz $1 \cdot 10^7$) 0,001 vH. Eine so hohe Gleichmäßigkeit kann man natürlich nur mit besonderen Mitteln erreichen.

Die Ausbreitung der kurzen elektromagnetischen Wellen

Die Tatsache, daß es unter günstigen Umständen Funkfreunden wiederholt gelungen ist, mit kurzen Wellen bei einer Sendeenergie von einigen Watt, manchmal sogar Bruchteilen von 1 W Leistung Entfernungen von mehreren tausend Kilometern zu überbrücken, legte von vornherein die Vermutung nahe, daß für die Ausbreitung kurzer Wellen andre Gesetze gelten als für lange Wellen. Die von Austin angegebene Formel für die Feldstärke der am Empfangsort ankommenden Schwingung, die eine Absorptionszahl (Absorption = Zehrung der Wellenenergie durch die Erdoberfläche usw.) 0,0015 enthält und für lange Wellen allgemein zutrifft, gilt jedenfalls für kurze Wellen nicht. Denn für den Verkehr mit 70 m langen Wellen zwischen Nauen und Buenos Aires ist z. B. festgestellt worden, daß die in Buenos Aires gemessene Feldstärke etwa 10^{24} mal so groß ist, als sie nach der angegebenen Formel hätte sein müssen. Es hat fast den Anschein, als wenn bei sehr kurzen Wellen eine Absorption unterwegs überhaupt nicht stattfindet.

Die von einer auf der Erdoberfläche errichteten Antenne ausgestrahlten Wellen lassen sich nach einer allgemein als gültig anerkannten Theorie in sogenannte Boden- und Raumwellen zerlegen. D. h. ein Teil der Wellen folgt der Erdoberfläche, ein Teil dagegen wandert von der Sendeantenne unter einem, allerdings nicht scharf abgegrenzten Winkel in den Raum hinaus. Das trifft sowohl für die sogenannten langen als auch mittleren und kurzen Wellen zu. Nur ist die Weglänge, auf der die Wellen gemäß der einen oder andern Ausbreitungsart oder beiden gemeinsam wandern, von der Wellenlänge, der Antennenform und deren Erregung in bedeutendem Maße abhängig.

Mehrere wichtige Einflüsse bestimmen diese Weglänge: Erstens die Absorption der Wellen im Erdboden. Offenbar ist dieser Einfluß nur für die Bodenstrahlung wirksam. Die Absorption steigt mit zunehmender Frequenz, also mit kleiner werdenden Wellenlängen der Bodenwellen. Kurze Wellen unterliegen demnach im Erdboden einer besonders starken Absorption. Die Weglänge der Bodenstrahlung nimmt also mit abnehmender Wellenlänge ab.

Abb. 2
Beugung eines Strahlenbündels an der Heavisideschicht. Entstehung der Empfangs- und toten Zonen.

Für die Amplitude der Bodenwelle ist weiter die Krümmung der Erdoberfläche und die Leitfähigkeit, sowie die Dielektrizitätskonstante des Erdbodens von Einfluß (I. A. Ratcliffe und M. A. F. Barnett)[3]).

Die Stärke der Bodenstrahlung wird aber auch von Form und Erregung der Sendeantenne bestimmt. Unter gewissen Umständen wird nämlich die von der Sendeantenne ausgestrahlte Energie vorwiegend in den Raum und nur zu einem geringen Teil längs des Erdbodens ausgestrahlt.

Die Raumstrahlung ist ebenfalls gewissen Einflüssen unterworfen. Der Umstand, daß außer der Bodenstrahlung eine Raumstrahlung vorhanden ist, ist von E. V. Appleton[4]) durch Messungen festgestellt worden. Anderseits läßt sich die Überbrückung ungeheurer Entfernungen mit geringsten Leistungen entgegen Austin nur dadurch erklären, daß die Wellen auf ihrem Wege zwischen Sender und Empfänger, solange sie im Raume verlaufen, äußerst geringen Absorptionen unterworfen sind. Eine Raumstrahlung ist aber nur möglich, sollen die Wellen überhaupt auf eine auf der Erdoberfläche befindliche Empfangsantenne treffen, wenn wir eine Ablenkung der Wellen gegen den Erdboden auf ihrem Wege von der Sende- zur Empfangsantenne annehmen.

Abb. 3
Abbeugung der Einzelstrahlen. Entfernung der Empfangszone vom Sender in Abhängigkeit vom Strahlungswinkel (Lassen).

Über die Form der Ablenkung scheint heute eine ziemlich einmütige Auffassung zu herrschen[5]). Man nimmt an, daß die Wellen in einer in etwa 90 bis 130 km über dem Erdboden befindlichen Schicht nach der Erde hin abgebeugt werden. Die sich hierbei ergebende Krümmung der Wellenstrahlen wird dadurch bewirkt, daß in dieser Schicht, die man Heavisideschicht nennt, die Dielektrizitätskonstante durch Leitfähigkeit der Atmosphäre verkleinert wird, was eine Vergrößerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen zur Folge hat. Larmor, Lassen und Taylor und Hulburt haben diese Verhältnisse durchgerechnet. Sie wenden die Gesetze an, die bei Bestrahlung von Gasen mit ultraviolettem Licht gelten. Durch die ultravioletten Bestandteile des Sonnenlichtes wird die Atmosphäre in der Höhe von 90 bis 130 km ionisiert, und zwar derart, daß von der Erde aus die Ionisation bis zu einer gewissen Höhe zu- und dann wieder abnimmt und die Ionisationsschicht am Tage und im Sommer höher liegt als in der Nacht und im Winter. Unter dem Einflusse der Ionisation aber nimmt die Dielektrizitätskonstante an Wert ab.

Es ist einzusehen, daß die Wellen mit dem Grade der Abbeugung in größerer Entfernung von der Sendeantenne wieder auf die Erde zurückgelangen werden, Abb. 2 und 3. Dabei beschreiben die wieder zur Erde gelangenden Wel-

[3]) Proceedings of the Cambridge Philosophical Society Bd. 23 (1926) S. 288 und Jahrbuch für drahtlose Telegraphie Bd. 29 (1927) S. 165.

[4]) E. V. Appleton, Tijd. Ned. Rad. Bd. 2 (1925) S. 115.

[5]) H. Rukop, Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 41; A. Meißner, Zeitschrift für technische Physik Bd. 5 (1924) S. 485; A. Esau, Zeitsch. f. techn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 538; H. W. Eechs, Proc. Roy.-Soc. Bd. 67 (1912) S. 79 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 8 (1914) S. 253 u. 282; J. Salpeter. Phys. Zeitschr. Bd. 14 (1913) S. 1015 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 8 (1914) S. 287; B. v. Pol, Dissertation, Utrecht 1920; J. Larmor, Phil. Mag. Bd. 48 (1924) S. 1025 und Ref. des Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 25 (1925) S. 140; G. I. Elias, ENT Bd. 2 (1925) S. 351; Larmor, Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 30 (1927) S. 129; Taylor, Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 14 (1926) S. 521 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 29 (1927) S. 60—62; Lassen, Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1927) S. 109 u. 139; Taylor und Hulburt, QST Bd. 9 (1925) Heft 10 S. 12.

Abb. 4
Mehrfache gesamte Beugung eines Strahlenbündels nach Taylor. Mit größer werdender Entfernung vom Sender nimmt die Ausdehnung der Empfangszonen zu, die der toten Zonen ab.

len auf dieser mehr oder weniger kreisrunde, zur Sendeantenne konzentrische Zonen, die wir Fernzonen nennen. Zwischen der Fernzone und der Bodenstrahlung der Sendeantenne liegt eine „tote Zone“, in der keine oder nur äußerst schwache Strahlung nachweisbar ist.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß eine Verkleinerung der Dielektrizitätskonstante und damit überhaupt eine Abbeugung der Wellen ohne merkliche Verluste nur dann eintreten kann, wenn die ionisierten Träger der Atmosphäre imstande sind, dem elektrischen Feld der Wellenschwingungen in einwandfreier Weise zu folgen. Die Dielektrizitätskonstante ist nun aber von der Frequenz abhängig, da ja das Folgen der Ionen und Elektronen im elektrischen Feld von der Frequenz abhängig ist, nämlich bei hohen Frequenzen, also kleinen Wellenlängen, geringer als bei tiefen Frequenzen und hohen Wellenlängen. Danach müßten allerdings die kürzesten Wellenlängen weniger als die langen gekrümmt werden. Nach Taylor und Hulburt (a. ang. Ort) auch Appleton[6]) muß es dann Wellen geben, die überhaupt nicht mehr abgebeugt werden; das soll von 10 bis 15 m Wellenlänge abwärts der Fall sein. Daraus aber würde folgen, daß Wellenlängen unter 10 m nicht mehr auf die Erde zurückgelangen können, sondern vielmehr die Atmosphäre in den Weltenraum hinaus durchdringen, daß also Wellen unter 10 m für die drahtlose Fernübertragung auf große Erdentfernungen unbrauchbar sind.

Inwieweit diese Theorie mit den Tatsachen übereinstimmt, ist noch nicht festgestellt, da Versuche mit Wellen unter 10 m Wellenlänge noch nicht in genügender Menge vorliegen. Sicher aber ist, daß bei langen Wellen, daß heißt also, langsamen Schwingungen, die Ionen in der Zeit zwischen zwei Zusammenstößen mit Gasmolekülen nicht mehr Zeit haben, den verhältnismäßig langsamen Schwingungen zu folgen, so daß eine verlustfreie Krümmung des Strahles eintreten könnte. Durch Appleton[7]) sind nun bis zu Wellenlängen von 1000 m hinauf noch abgebeugte Strahlen festgestellt worden. Diese Wellenlänge von 1000 m als höchste Wellenlänge für abgebeugte Strahlen ergibt sich auch, wenn man zur Erklärung der Schwunderscheinungen das Vorhandensein mittelbar abgebeugter Strahlung annimmt und den Schwund dadurch erklärt, daß Phasenverschiebungen eine Rolle spielen, Schwund oberhalb 1000 m Wellenlänge aber kaum mehr merklich wahrgenommen wird.

Zwischen dem Anfang der Fernzone und dem Ende der Bodenstrahlung liegt die bereits erwähnte „tote Zone“. Ihr Durchmesser hängt, wie nach dem Vorhergesagten auch einzusehen ist, von der Wellenlänge ab, aber auch von dem Winkel, unter dem die Strahlen von der Sendeantenne fortstreben. Das geht sowohl aus Abb. 2 wie auch aus Abb. 3 hervor. Der Übergang von der Bodenstrahlung zur „toten Zone“ und von dieser zur Fernzone geht naturgemäß allmählich vor sich, da ja einerseits offenbar Wellen von einer Sendeantenne nicht unter einem scharfen Winkel ausgestrahlt werden, anderseits auch für die zur Erde strebenden Strahlen wegen der Ungleichmäßigkeit der Heavisideschicht eine gewisse Streuung vorhanden ist. Das ist auch der Grund, weshalb auch die Fernzonen eine gewisse Breite aufweisen.

Nach I. L. Reinartz, Taylor und Hulburt soll sich eine „tote Zone“ erst unterhalb 50 m Wellenlänge feststellen lassen. Die Breite soll mit abnehmender Wellenlänge größer werden. Die Abhängigkeit von der Wellenlänge ist ohne weiteres einzusehen, da, wie vorher gesagt wurde, die Dielektrizitätskonstante und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen in der Heavisideschicht zu der Wellenlänge in einem bestimmten Verhältnis steht.

Bemerkenswert sind die Fadingeffekte, d. h. Schwundwirkungen, die die Übertragung von Nachrichten mittels kurzer Wellen vollständig unterbinden können und die störend erst bei Wellen unterhalb 1000 m Wellenlängen auftreten. Wie aus Abb. 3 hervorgeht, gibt es offenbar Strahlen, die unter verschiedenen Winkeln von der Sendeantenne abgestoßen, auf verschieden langen Wegen zur Erde gelangen. Beträgt deren Gangunterschied beim Auftreffen auf die Empfangsantenne 180°, so tritt eine Auslöschung des Feldes an der Empfangsantenne ein. Nach Lassen ist die Störung an der Grenze zwischen „toter Zone“ und Fernzone (Flackerzone) besonders stark, weil dort die Möglichkeit von Phasenverschiebungen mehrerer Wellenstrahlen besonders groß ist. Appleton[7a]) bestreitet dies allerdings. Leider liegen noch zu wenig Meßergebnisse vor, um diese Theorie nachprüfen zu können.

Anderseits tritt, wie bei Peilversuchen festgestellt worden ist, bei kurzen Wellen sicher geradlinige und kreisförmige Polarisation auf, wobei die Polarisations schwingebene nach v. Korshenewsky[8]) sogar Störungen unterworfen sein kann. Antennen mit ausgesprochener Richtwirkung müssen infolgedessen Schwankungen der aufgenommenen Energie aufweisen, die sich als Schwundwirkungen äußern. Beseitigen läßt sich dieser Einfluß durch Verwendung geeigneter Empfangsantennen.

Wellen verschiedener Länge können gleichzeitig Schwund aufweisen oder nicht. Beobachtet wurde dies besonders von Heising, Schelleng und Southworth[9]). Diese Forscher stellten fest, daß die Trägerwelle eines Kurzwellen-Telephoniesenders dem Schwund unterworfen war, die Seitenbänder aber nicht und umgekehrt, so daß die Verständigung außerordentlich litt.

Die Dauer des Schwundes ist sehr verschieden. Es gibt Schwankungen von Bruchteilen einer Sekunde und solche von längerer Dauer. Die Schwundschwankungen treten in kurzen oder längeren Abständen auf.

Störungen bei der Fortpflanzung von Kurzwellen können auch noch andre Ursachen haben: Sreelivasan[10]) stellte im Oktober 1926 fest, daß während eines elektrischen Sturmes der Kurzwellenbetrieb zwischen England und Kanada[11]) fast vollkommen unmöglich war. Larmor führt diese Erscheinung auf den starken Einsturz freier Elektronen in den oberen Teil der Atmosphäre zurück. Bemerkenswert ist, daß während des elektrischen Sturmes der Verkehr auf langen Wellen nicht gestört wurde, ein Beweis dafür, daß sich lange Wellen nur längs der Erdoberfläche, nicht aber als Raumstrahlung fortpflanzen.

Wichtig ist weiter der Umstand, daß es, wenn man sich von einer Sendeantenne fortbewegt, oft abwechselnd mehrere „tote Zonen“ und Empfangzonen gibt. So hat nach Jackson[12]) ein Schiff einen mit 12 m langer Welle arbeitenden Sender in folgenden Zonen wahrgenommen: erste (Empfangs-) E-Zone 0 bis 100 Meilen, erste (tote) T-Zone 100 bis 1100 Meilen, zweite E-Zone 1100 bis 4500 Meilen, zweite T-Zone 4500 bis 6000 Meilen, dritte E-Zone darüber. Nach A. H. Taylor[13]) wurden bei Wellenlängen zwischen 11 und 26 m häufig ebenfalls mehrere E-Zonen beobachtet. Doch hat nach seinen Aussagen die Station 2 XS der Radio Corporation keine abwechselnden toten und Empfangszonen gezeigt. Man kann sich das mehrfache Abwechseln von toten Zonen

[6]) Proc. Cambridge Phil. Soc. Bd. 23 (1926) S. 155 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1929) S. 99.
[7]) „Wireles“ World and Rad. Rev. Bd. 19 (1925) S. 35›.
[7a]) s. Fußnote [6]).
[8]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 29 (1927) S. 78 und Bd. 28 (1926) S. 184.
[9]) Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 14 (1926) S. 613 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 29 (1927) S. 92.
[10]) „Electrician“ Bd. 98 (1927) S. 496.
[11]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 29 (1927) S. 166.
[12]) Proc. Roy. Soc. Bd. 111 (1926) S. 1 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 64.
[13]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 29 (1927) S. 60 und Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 14 (1926) S. 521.

Abb. 5
Bei Wellenlänge $\lambda = 66$ m.

Abb. 6
Bei Wellenlänge $\lambda = 45$ m.

Abb. 5 bis 7
Abhängigkeit der Feldstärke von der Entfernung der Beobachtungsstelle vom Sender und von der Tageszeit.

Abb. 7
Bei Wellenlänge $\lambda = 33$ m.

und Empfangzonen nur erklären, wenn man eine mehrfache Reflexion der Wellen in Form mehrfacher gesamter Reflexion (Taylor) annimmt, Abb. 4. Die Breite der toten Zone nimmt nach der Theorie von Taylor mit größer werdender Entfernung vom Sender zu, was mit dem oben Angeführten und den von Taylor selbst gemachten Beobachtungen gut übereinstimmt.

Es ist klar (Taylor), daß es, wenn man überhaupt eine Gesamtbeugung annimmt, für eine bestimmte Wellenlänge (Schwingungszahl) einen bestimmten Winkel geben muß, den die von der Sendeantenne ausgehenden Wellen mit der Wagerechten bilden, oberhalb dessen überhaupt keine Beugung mehr auftreten kann. Daraus dürfte sich der Umstand ergeben, daß sowohl unterhalb einer bestimmten Wellenlänge als auch oberhalb eines bestimmten Strahlungswinkels überhaupt kein Kurzwellenbetrieb für Fernübertragung möglich ist.

Wichtig ist auch eine Beobachtung, die E. Quäck[14]) in Geltow bei Potsdam bei oszillographischem Empfang einer amerikanischen Kurzwellen-Sendestelle gemacht hat. Es wurde in Zeitabständen von 0,137 s jedes aufgenommene Zeichen doppelt, dreifach und noch häufiger wahrgenommen, so daß sich eine Art Echo bemerkbar machte. Erklärt wird von Quäck und Howe[15]) diese Erscheinung dadurch, daß sich die Wellen nicht nur auf dem kürzesten Wege zwischen Sender und Empfänger fortpflanzen, sondern auch in rückwärtiger Richtung, wobei die Wellen die Erde offenbar mehrfach umkreisen. Es ist dabei anzunehmen, daß diese Umkreisung in Form einer mehrfachen Gesamtbeugung vor sich geht.

Aus der Zahl 0,137 s läßt sich eine Bewegungshöhe der Wellenlänge von 90 km annehmen, was die Annahme für die Entfernung der Heavisideschicht von der Erde zu 90 bis 130 km unterstützt.

Heising, Schelleng und Southworth[15a]) haben auf einem Schiff, das sich in der Nähe der Bermouda-Inseln befand, ferner in Amerika und England Feldstärkenmessungen vorgenommen und die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Entfernung der Beobachtungsstelle vom Sender, wie auch von der Tageszeit als Kurvenbilder aufgezeichnet. Sie konnten in anschaulicher Form zeigen, daß mit abnehmender Wellenlänge um Mittag und Mitternacht im allgemeinen ein Mindestwert der Feldstärke auftritt, Abb. 5 bis 7. Sie haben gelegentlich der Feldstärkemessungen festgestellt, daß es keinen Unterschied macht, ob über Land oder Wasser telegraphiert wird. Anderseits wurde von Oscanyam[16]), Abb. 8, gelegentlich einer Grönlandexpedition eine ausgesprochene Schattenwirkung von Bergen in bezug auf die kurzen Wellen festgestellt. Die Ausbreitungsunterschiede der kurzen Wellen am Tage und in der Nacht, im Sommer und Winter, die jedem Kurzwellenamateur bekannt sind, lassen sich (Lassen) aus der verschiedenen Ionisation der Heavisideschicht in Abhängigkeit von der Sonnenstrahlung und deren ultravioletten Bestandteilen erklären. Nachts und im Winter liegt die Ionisationsschicht höher als am Tage und im Sommer (Appleton[16a]).

Nach Lassen besteht sogar ein Unterschied in der untersten Grenzwellenlänge, bis zu welcher herunter noch Raumstrahlung auftritt, bei Tag und bei Nacht. Eine Erscheinung, die sich auch in der Praxis bestätigt hat. Lassen stellt theoretisch fest, daß bei Tag die unterste Grenzwellenlänge bei 14 m und nachts bei 20 m liegt. Der Durchmesser der toten Zone steigt in der Nacht auf ein Vielfaches gegenüber dem Tag, nach Taylor und Hulburt auf das Drei- und Vierfache. Auch Rukop[17]) hat ähnliches festgestellt, Abb. 9 und 10. Hier zeigt sich, daß es, wenn ein Wellenfernverkehr möglich sein soll, darauf ankommt, ob die zwischen Sender und Empfänger liegende Strecke mehr oder weniger in Dunkelheit gehüllt ist.

Abb. 9 zeigt eine Schaulinie für Kurzwellenverkehr zwischen Nauen und Rio de Janeiro und Abb. 10 ein solches für den Verkehr zwischen Nauen und Java. Es ist deutlich zu sehen, daß sich in beiden Richtungen auch die Wellenlängen verschieden verhalten, daß in der Java-Richtung die 40 m lange Welle günstiger liegt, als in der Rio-Richtung. Ein Bestwert der Fernübertragung läßt sich nach Rukop auf jeden Fall, soweit bisher feststell-

Abb. 8
Schattenwirkung von Bergen in bezug auf die kurzen Wellen, festgestellt bei einer Grönlandexpedition.

[14]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 30 (1927) S. 41 und Bd. 28 (1926) S. 177 und ENT Bd. 4 (1927) S. 74.
[15]) Howe, Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 30 (1927) S. 42.
[15a]) s. Fußnote [9]).
[16]) Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 15 (1927) S. 425 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 30 (1927) S. 108.
[16a]) s. Fußnote [6]).
[17]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 41.

Abb. 9
Lautstärke in Abhängigkeit vom Tageslicht bei Kurzwellenbetrieb zwischen Nauen und Rio de Janeiro (Rukop).

Abb. 10
Lautstärke in Abhängigkeit vom Tageslicht bei Kurzwellenbetrieb zwischen Nauen und Bandoeng auf Java (Rukop).

Abb. 12
Kapazitive Kopplung des Senders mit einer senkrechten Dipolantenne.

Abb. 13
Kopplung des Senders mit der Dipolantenne mittels eines Zubringerleitungspaares nach Meißner (Energieleitung).

bar, für Wellen zwischen 28 und 18 m Länge nachweisen. Da jedoch auch in diesem Bereich die Wellenlängen eine verschieden gute Tag- und Nachtwirkung ergeben, wird vielfach, z. B. in Nauen eine andere Wellenlänge für den Verkehr bei Tag wie bei Nacht benutzt.

Sende- und Empfangsluftleiter für kurze Wellen

Da die Theorie der Ausbreitung und des Empfanges kurzer Wellen noch keineswegs feststeht, vielmehr die vorher erwähnten Theorien erst zum Teil bestätigt worden sind, so sind auch genaue Richtlinien für die zu wählende Antennenform noch nicht vorhanden. Für den Sendebetrieb der Funkfreunde haben sich im allgemeinen die für den Rundfunkempfang gebräuchlichen T- und L-Antennen[18]) gut bewährt. Sie können z. B. zwischen 15 bis 20 m hohen Masten, die 20 bis 30 m Abstand voneinander haben, aufgehängt werden. Doch ist dabei auf durchaus zuverlässige Isolierung der Drähte hier sehr viel mehr Gewicht zu legen als bei den Luftleitern für den Rundfunkempfang, weil bei der ungemein hohen Frequenz der kurzwelligen Schwingungen ohnehin mit sehr hohen Verlusten zu rechnen ist. Aus demselben Grunde ist auch auf den erforderlichen Abstand von vorhandenen Leitern und selbst Nichtleitern sorgfältig zu achten. Zur Vermeidung von Kapazitätsschwankungen soll die Antenne so angebracht werden, daß sie auch bei Wind nicht pendeln kann, weil das die Abstimmung sehr erschweren würde.

Die meisten Funkfreunde verwenden für den Kurzwellensender statt der Erdleitung oder auch in Verbindung mit einer solchen ein Gegengewicht. Dieses kann z. B. aus einem Drahtnetz bestehen, das unterhalb der Antenne von der Erde isoliert und parallel zu dieser ausgespannt wird. Das Gegengewicht stellt ebenso wie die Erdleitung das elektrische Spiegelbild der Antenne dar und verbessert ihre Energieaufnahmefähigkeit.

Bei Kurzwellensendern für den öffentlichen Verkehr auf größere Entfernungen (wie z. B. Nauen—Buenos Aires) ist auf eine gute Sendeantenne sehr viel mehr Gewicht zu legen als beim Liebhaberverkehr, weil es hier auf die möglichst dauernde Überbrückung bestimmter großer Strecken ankommt, während sich der Funkfreund im allgemeinen mit gelegentlichen Zufallsergebnissen in beliebigen Richtungen und Reichweiten begnügt.

Abb. 11 (Station Pittsburg der Westinghouse Co.) zeigt an den beiden rechten Masten zwei senkrechte Dipolantennen, das sind Antennen, die aus je zwei senkrechten Röhren bestehen, zwischen die je eine Kopplungsspule und ein Meßgerät eingeschaltet ist. Solche Antennen wurden und werden auch in Nauen benutzt, weil sie äußerst einfach herzustellen und zu bedienen sind. Die Sender werden an diese Antennen dabei entweder kapazitiv gekoppelt, Abb. 12 (Amerika) oder durch ein Zubringerleitungspaar (Lechersches Verfahren, Meißnersche Energieleitungen), Abb. 13, wobei die beiden Zubringerdrähte 8 bis 10 cm auseinanderliegen und 1 oder mehrere Wellenlängen lang

Abb. 11
Kurzwellen-Senderanlage der Westinghouse Co.

[18]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 78.

Abb. 14
Die in der Grundwelle erregte Antenne strahlt fast wagerecht.

a Antenne
b Stromwerte
c Strahlungsrichtung

Abb. 15
Die in erster Oberschwingung erregte Antenne strahlt nur wenig wagerecht (*c*), überwiegend schräg in den Raum (*d*).

a Antenne *b* Stromwerte
c schwache wagerechte Strahlung
d starke räumliche "

Abb. 17
Wagerechter, zur Schwächung der Erdbodenverluste erhöhter Dipol. Zuführung der Schwingungsleistung durch Zubringerleitungen (Energieleitung). Die Zubringerleitungen strahlen nicht, da sich ihre Felder aufheben.

Abb. 16
Winkeldipolantenne. Schwächung der Erdbodenverluste.

Abb. 18
Wagerechter, zur Schwächung der Erdbodenverluste erhöhter Dipol. Zuführung durch transformatorisch angekoppelte Meißnersche Zubringer (Energieleitungen), die selbst nicht strahlen.

sind, so daß sich in ihnen stehende Wellen ausbilden können. Dabei transformiert Meißner[18a]) beim Sender den Strom herunter, um im Zubringersystem die ohmischen Verluste möglichst niedrig zu halten.

Weil für den Kurzwellenbetrieb wohl ausschließlich die von der Heavisideschicht zurückgestrahlten Raumwellen in Betracht kommen, muß zur Erzielung einer möglichst großen Wirkung die Kurzwellen-Sendeantenne so gebaut werden, daß sie möglichst viel Raumwellen und möglichst wenig Oberflächenwellen ausstrahlt. Die im Langwellenverkehr gebräuchlichen Sendeantennen schwingen in ¼ Wellenlänge, d. h. die Höhe eines senkrecht nach oben geführten Luftleiterdrahtes beträgt ¼ der Wellenlänge. Ein solcher Luftleiter strahlt ganz überwiegend Oberflächenwellen aus, Abb. 14. Gibt man dem Luftleiter aber eine Höhe von mehr als ¼ Wellenlänge, etwa gleich ¾ λ, so strahlt er aus Gründen, deren Erörterung hier zu weit führen würde, ganz überwiegend Raumwellen aus, Abb. 15. Noch stärker wird die Raumstrahlung und steigt zugleich der Strahlwinkel, wenn man auf noch höheren Harmonischen arbeitet. Derartige Luftleiter werden deshalb auch als Raumstrahlantennen bezeichnet. Versuchsweise hat man solche Antennen zur weiteren Verminderung der Oberflächenstrahlung an Stangen auf hohen Gebäuden, Plattformen von Funktürmen und dergl. errichtet. Von Funkfreunden besonders werden die Antennenformen nach Abb. 16 bis 18 gern verwendet. Das sind Antennen, denen das Ziel zugrunde liegt, den Abstand der eigentlichen Antenne (in Abb. 17 und 18 der wagerechte Teil!) vom Erdboden zu entfernen, um einerseits Verluste im Erdboden zu vermeiden, anderseits eine stärkere Raumstrahlung hervorzubringen.

Zur Erhöhung der Bodenstrahlwirkung schaltet man wohl auch viele kleine Kondensatoren nach Abb. 19 in der Antenne in Reihe.

E. F. W. Alexanderson[19]) arbeitet seit längerer Zeit in der Funkversuchsanstalt der General Electric Co. (Schenectady) an der Herstellung von Luftleitern, die für den Kurzwellenbetrieb bestimmt sind. Außer offenen

[18a]) s. Fußnote 18.

[19]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 104.

Abb. 19
Schaltung vieler kleiner Kondensatoren in Reihe in der Antenne zur Erhöhung der Bodenwirkung.

Abb. 20
Anwendung kleiner Kondensatoren in einer wagerechten Rahmenantenne zur Erzeugung polarisierter Wellen (Alexanderson).

Abb. 21
Senkrechte Rahmenantenne mit vielen kleinen Kondensatoren für Ausstrahlung polarisierter Wellen (Alexanderson).

Abb. 22
Antenne nach Alexanderson.
a Sender *b* Phasenregler
1, 1; 2, 2 Antennenpaare

Abb. 23
Antennenanordnung nach Levy für Erzeugung umlaufend polarisierter, senkrecht nach oben gerichteter Wellen; Antennenpaare arbeiten mit 90 ° Phasenverschiebung.

Abb. 24
Parabolische Spiegelantenne im Querschnitt.
a Sendeantenne
b Spiegeldrähte

Antennen, die mit mehr als ¼ λ schwingen, benutzt er auch wagerecht oder senkrecht liegende Rahmenantennen, die senkrecht oder wagerecht polarisierte Wellen ausstrahlen. Diese Wellen eignen sich für den Kurzwellenbetrieb besser, d. h. sie ermöglichen eine größere Reichweite als jene. Die linke Antenne in Abb. 11 und die Antennen Abb. 20 und 21 sind solche Antennen.

Alexanderson hat auch noch andre Antennen vorgeschlagen. Die in Abb. 22 abgebildete Antenne besteht aus Antennenpaaren 1, 1 und 2, 2, die vom Sender *a* gespeist werden. Phasenregler *b* erregen sie entweder gleichphasig, dann strahlen sie senkrecht aufwärts, oder gegenphasig, dann strahlen sie mit 45 ° Neigung in der Längsrichtung.

Auch die Antenne, Abb. 23, sendet polarisierte Wellen, und zwar zirkular polarisierte Wellen in wagerechter Richtung aus. Die Anordnung ist dem Franzosen Levy geschützt, die Antennenpaare 1, 1, und 2, 2 werden bei dieser Antenne mit Strömen von 90 ° Phasenverschiebung gespeist.

Die kurzen elektromagnetischen Wellen sind besonders gut für das Richtsenden geeignet, d. h. für die Ausstrahlung nach einer bestimmten Richtung hin. Dadurch, daß die Wellen in einem einzigen Strahlenbündel gesammelt werden, während sie sich sonst nach allen Richtungen hin ausbreiten, kann man eine erhebliche Ersparnis an Sendeenergie erzielen. Die für diesen Zweck schon früher versuchsweise verwendeten Spiegelantennen eigneten sich für lange Wellen deshalb nicht, weil die Spiegelabmessungen in einem bestimmten Verhältnis zur Wellenlänge

Abb. 25
Versuchsparabolspiegel des Senders 2 X P der Station Rocky Point auf Long Ilsand.

Abb. 26
Meißnerscher Versuchspiegel in Nauen. Der Sender befindet sich im Möbelwagen. Die Energie wird der Antenne (im Brennpunkt des Spiegels liegender Horizont oder Dipol) durch Zubringerleitungen zugeführt. Der Spiegel besteht aus Kupferblechen.

Abb. 27 Antennen mit Flachreflektoren.

a Isolatoren
b Antennendrähte
c Isolatoren
d Reflektoren
e Strahlrichtung

stehen müssen und daher schon bei Wellen mittlerer Länge praktisch unmöglich große Ausdehnungen annehmen würden. Bei kurzen Wellen dagegen sind solche Spiegelantennen sehr wohl anwendbar. In Anlehnung an die Versuche von Hertz, der parabolische Metallspiegel zur Ausstrahlung der Wellen benutzte, wurden nach den Angaben Marconis, der sich seit jeher für das Richtsenden nachdrücklichst eingesetzt hat, Spiegel gebaut aus einer Reihe von senkrechten Drähten, deren Fußpunkte auf einer Parabel liegen. Die Drähte sind auf die Wellenlänge der eigentlichen Antenne abgestimmt, die nach Tartarinoff[20]) durch einen im Brennpunkt einer angenäherten Parabel errichteten Draht gebildet wird, Abb. 25 bis 26. Zwei derartige, zu einem drehbaren Doppelspiegel vereinigte Antennengebilde sind z. B. bei dem „drahtlosen Leuchtfeuer" in Inchkeit (England) im Betriebe, das als Funkpeilsender für die Schiffahrt dient und mit 6,3 m Wellenlänge arbeitet.

Die gute Ausbeute an Energie beim Senden mit Parabolspiegeln ist sicher zu einem guten Teil auch auf Polarisation der vom Spiegel ausgesandten Wellen zurückzuführen. Jedenfalls ergab Spiegelsendung eine Zunahme der Feldstärke auf der Empfangseite von dem 4- bis 100-fachen der Feldstärke, die bei einfachen Antennen als Sendeantenne auf der Empfangseite auftritt. Meißner[21]) hat gefunden, daß es gut ist, den Spiegel so aufzustellen, daß die Spiegelachse wagerecht gerichtet ist. Zweckmäßig ergab sich dann für den Verkehr von Nauen nach Rio de Janeiro bei 15 m Wellenlänge ein günstigster Winkel der Spiegelöffnung gegen die Wagerechte von 38°. Ein zweites gutes Ergebnis ließ sich bei 80° erzielen, doch war die empfangene Feldstärke rd. 10 vH schwächer als vordem.

Neuerdings hat die englische Regierung mit Marconi einen Vertrag zur Herstellung von „Strahlfunkstellen" in England und den Dominions abgeschlossen, deren Sendeantennen mit sogenannten Flachreflektoren, Abb. 27, ausgerüstet werden. Die Antenne selbst und der Spiegel bestehen aus zwei parallelen Drahtnetzen mit den mehrfach unterteilten senkrechten Drähten, von denen das eine $\lambda/4$ vom andern entfernt ist. Auch die Richtantennen für

[20]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 117.
[21]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 30 (1927) S. 77; s. a. Fußnote [18]).

Richtung der ankommenden Wellen →
zum Empfänger

a Antenne
b Widerstand
c Hochfrequenztransformator

Abb. 28 Beverage-Antenne für Kurzwellenempfang.

kurze Wellen sind zunächst noch als Versuchsformen anzusehen, da endgültige Betriebsergebnisse noch nicht vorliegen.

Auf der Empfangseite können bei Liebhaberbetrieb dieselben Luftleiter wie bei Kurzwellenempfang verwendet werden. Für den regelmäßigen Kurzwellenempfang auf große Entfernungen kommen gleichfalls die auch im Langwellenverkehr üblichen Luftleiter, wie L- oder Schirmantennen, in Betracht. Besondere Erwähnung verdient noch die für Kurzwellenempfang sehr geeignete und in Amerika übrigens auch von Funkfreunden gelegentlich benutzte Beverage-Antenne, Abb. 28. Der wagerecht verlaufende Draht wird in geringer Höhe über der Erdoberfläche ausgespannt und an dem dem Sender zugekehrten Ende über einen hohen Widerstand geerdet. Beim Betriebe mit gerichteten kurzen Wellen kann auch der Empfangsluftleiter als Spiegelantenne gebaut werden, wodurch unter Umständen eine noch größere Energieersparnis eintritt, als wenn die Empfangsantenne von gewöhnlicher Bauart (L-, Schirmantenne usw.) ist. Die Strahlung der Kurzwellen ist sogar so stark, daß sich oft Empfangsantennen überhaupt sparen und kurze oder kürzeste Metallteile, die oft sogar noch nicht einmal mit dem Empfänger verbunden zu werden brauchen, als Antenne genügen.

Der Kurzwellenempfang kann unter Umständen infolge der Polarisation und der dabei auftretenden Störungen der zu empfangenden Wellen ganz in Frage gestellt sein, besonders wenn Empfangsantennen mit einer gewissen Richtwirkung verwendet werden (Rahmenantennen, wagerechte Eindrahtantennen usw.) Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, kompensiert die Firma „Telefunken" beim Rahmenempfang den Hauptrahmen durch einen kleinen Nebenrahmen v. Korshenewsky[22]) empfiehlt, entweder drei aufeinander senkrechte Rahmenantennen oder Eindrahtantennen zu benutzen und auf ein gemeinsames Anzeigegerät zu koppeln oder auf der Sendeseite zirkularpolarisierte Wellen zu erzeugen!

[B 1222] (Schluß folgt.)

[22]) Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 194; s. a. Fußnote [8]).

Das Blasversatzverfahren der Zeche Monopol

Die Zeche Monopol hat auf ihrer Schachtanlage Grimberg ein eigenes Blasversatzverfahren entwickelt, das nach Erprobung in einem Abbaubetriebe wegen seiner großen Vorteile und hohen Wirtschaftlichkeit nunmehr auf der gesamten Schachtanlage Grimberg wie auch auf der Schachtanlage Grillo derselben Gesellschaft eingeführt werden soll. Augenblicklich werden auf Zeche Grimberg zwei 40 m hohe Streben in dem 1,7 m mächtigen Flöze Röttgersbank verblasen. Die Förderleitung des unteren Strebs hat bei 160 m Länge einen Krümmer, die des oberen drei Krümmer bei 130 m Länge. Die Länge der Förderleitung ist erfahrungsgemäß auf 300 bis 400 m beschränkt. Die Blasleistung im unteren Streb beträgt bei einem Luftdruck von 0,1 bis 0,15 at 35 bis 40 Wagen mit je 6 hl Inhalt. Im oberen Streb werden wegen der größeren Steigung bei einem Luftdruck von 0,4 bis 0,45 at nur 30 bis 35 Wagen in 1 h versetzt.

Ein elektrisch angetriebener, zweizylindriger Kolbenkompressor für 8000 m^3/h angesogene Luft, der in einem Maschinenraum unter Tage aufgestellt ist, liefert die erforderliche Druckluft mit höchstens 0,6 at. Diese wird in schmiedeisernen Rohren von 300 m l. W. mit nur ganz geringen Luft- und Druckverlusten bis zur Aufgabevorrichtung geleitet, in die die Versatzberge mit einer oberen Korngröße von 80 mm aus dem Förderwagen über einen Vorratstrichter mit unterem Drehtellerabschluß und ein Zellenrad in die Förderleitung von 250 mm Dmr. und 14 mm Wanddicke der Gußeisenrohre eingeschleust werden. Die Einschleusvorrichtung ist also gänzlich verschieden von der bei dem Blasversatzverfahren der Bamag-Méguin, A.-G., Berlin[1]), verwendeten. Das Versatzgut wird von dem Luftstrom in der Förderleitung mit einer Geschwindigkeit von 50 bis 60 m/s befördert.

Der Verschleiß der Förderleitung ist gering; die im Streb selbst verwendeten dünnwandigen billigen und leicht zu handhabenden Blechrohre von 4 m Länge haben eine Lebensdauer von 6 bis 8 Wochen. Wegen des gegenüber dem Handversatz bedeutend dichteren Versatzes beträgt die Senkung des druckhaften Hangendgebirges nur 25 bis 30 vH gegen 50 vH bei Handversatz. Die für die Verhältnisse auf Zeche Grimberg durchgeführte Wirtschaftlichkeitsberechnung[2]) ergibt eine Selbstkostensenkung durch den Blasversatz von 1,1 ℳ/t Kohle. Infolge der durch das beliebig rasche Einbringen des Versatzes bedingten starken Zusammenfassung des Abbaues kann man die Kohlengewinnung auf wenige Betriebe beschränken, und neben andern Vorteilen die für die Förderung großer Mengen äußerst wirtschaftlichen Förderbänder anwenden. [N 1619]

Pr.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 930. [2]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 431.

RUNDSCHAU

Abb. 1. Lageplan.

Eisenbahnwesen

Der elektrische Gleichstrombetrieb auf der Berliner Stadtbahn

Teilumstellung auf der Strecke Erkner–Potsdam

Die ersten elektrischen Triebwagenzüge[1] sind am 11. Juni über die Berliner Stadtbahn gefahren. An diesem Tage wurde der elektrische Betrieb auf der Strecke Erkner–Potsdam eröffnet. Damit ist der erste Punkt des vor kaum zwei Jahren beschlossenen großen Bauprogrammes der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Umstellung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen auf elektrischen Betrieb erledigt. Im ganzen umfaßt das jetzige Programm die Umstellung von 155 km Bahnstrecke. Das bedeutet, daß außer vielem anderen 450 km Stromschienen für 800 V Spannung, 375 km Hochspannungs- und 113 km Hilfskabel zu verlegen und Neubauten von 170 000 m³ umbautem Raum nötig waren. Außer der umfangreichen Streckenausrüstung mit Gleichrichterwerken waren 788 neue Trieb- und Beiwagen in Auftrag gegeben. Nur bei einem planmäßigen Zusammenarbeiten der Reichsbahn-Gesellschaft mit der Industrie war es möglich, den Zeitpunkt der Inbetriebnahme einzuhalten, aber nicht zuletzt ist dies dem heutigen Stande der Technik zu verdanken.

Die allmähliche Umstellung ist nicht nur mit Rücksicht auf Vermeidung von Betriebsstörungen am Platze, sie ist auch abhängig von der laufenden Lieferung der Fahrzeuge. So wird die nunmehr teilweise in elektrischem Betrieb befindliche Strecke Erkner–Potsdam etwa im August voll elektrisch betrieben werden, aus dem gesamten Stadtbahnverkehr, Abb. 1[2]), wird etwa in einem Jahre die Dampflokomotive verschwunden sein. Bis dahin ist auch der bisherige Fahrplan des Dampfbetriebes einzuhalten; die bei elektrischem Betrieb vorgesehene Fahrzeitverkürzung um rd. 25 vH und die Verkehrsmehrung durch dichtere Zugfolge kommen bis dahin noch nicht zur Geltung. Dann aber werden 40 Züge stündlich über die eigentliche Stadtbahnstrecke fahren können, was mit Rücksicht auf den Blockabstand auch nur dank der neuen selbsttätigen Zugsicherungs- und Signalanlage, der hohen Anfahrbeschleunigung und mit 50 km/h mittlerer Zuggeschwindigkeit möglich ist. Ferner sind Maßnahmen zur rascheren Abfertigung der Züge getroffen.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) Heft 23 S. 804.
[2]) Vergl. Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb Jahrg. 1928 Heft 5 und Glasers Annalen Bd. 102 (1928) Heft 11 S. 161.

Die geschlossene Lage der Berliner Stadt- und Vorortbahnen gestattete, daß sich die Reichsbahn trotz der einschließlich der nördlichen Vorortbahnen 234 km umfassenden Gesamtlänge elektrisch zu betreibender Strecken die Vorzüge des Gleichstromes zunutze machen konnte. Elf Großgleichrichterwerke an den Knotenpunkten der Strecken und 31 verteilte ferngesteuerte Kleingleichrichteranlagen liefern den Betriebstrom. Bezogen wird der Strom als Drehstrom von 30 000 V von den Berliner Städtischen Elektrizitäts-Werken, A.-G., und den Elektrowerken, A.-G., Abb. 2. Dabei sind Vorkehrungen getroffen, um höchste Sicherheit der Stromlieferung unbedingt zu gewährleisten. Diese Maßnahmen bestehen z. B. darin, daß besondere Bahnmaschinensätze in den Werken der beiden Stromlieferer vorgesehen sind, ferner in der Möglichkeit, von je einem Werk allein den ganzen Bedarf zu decken. Die erforderliche Leistung für den ersten Ausbau der Berliner Stadt- und Vorortbahn beträgt mehr als 50 000 kW; dies ist übrigens der erste Fall, daß die Reichsbahn Strom von fremder Seite im großen bezieht.

Abb. 2
Die Stromversorgung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn aus den Fernleitungen.

Abb. 3 und **4**. Stadtbahn-Triebwagen.

Hohe Beachtung verdienen die neuen

Trieb- und Beiwagen

der Bauart 1927, Abb. 3 und 4, wegen ihres gefälligen formschönen Äußeren und der inneren Ausstattung. Alles, was an Erfahrungen gesammelt und an anerkannten technischen Neuerungen vorhanden war, ist hier zu einer mustergültigen Lösung vereinigt. Die Verwendung hochwertigen Baustoffes (Siliziumstahl) hat das hohe Leergewicht der Vorgänger, Bauart 1925, um 8000 kg vermindert. Infolgedessen fielen auch die Motoren für gleiche Betriebsanforderungen leichter aus. Die Wagen sind 17 m lang, rd 3 m breit; die 37,6 t schweren Triebwagen enthalten 54 Sitz- und 154 Stehplätze, die 27 t schweren Beiwagen 58 und 150.

Jeweils ein Triebwagen und ein Beiwagen bilden eine Betriebseinheit, den Viertelzug; sie sind durch eine feste Kurzkupplung miteinander verbunden und haben an beiden Enden einen Führerstand. Die Viertelzüge werden nach Bedarf zu Halb-, Dreiviertel- und Ganzzügen vereinigt; Scharfenberg-Kupplungen an den freien Enden der Viertelzüge sichern eine rasche und bewegliche Zugbildung.

Die elektrischen Einrichtungen weisen gegenüber der Bauart 1925 einige bemerkenswerte Neuerungen auf. Vier Motoren von je 90 kW Stundenleistung auf jedem Triebwagen gestatten bis 0,5 m/s² Anfahrbeschleunigung bei voll belastetem Zuge; im ganzen sind vier Fahrstellungen vorhanden, von denen zwei für den Verschiebedienst bestimmt sind.

Motorstörungen sind mittels besonderer Lichtsignale zu erkennen. Die Steuerung arbeitet mit luftbetätigtem Klinkwerk, das die Schaltwalze antreibt. Sie wird durch einfaches Niederdrücken eines Druckknopfes ausgelöst, alle

Abb. 5
Stromabnehmer.

Abb. 6
Licht-Taglichtsignale für die Stadtbahn.
a Pfeilmerkzeichen, weiß (Bremsen)
b Ad-Signal, weiß (Vorrücken bei Halt)

weiteren Schaltvorgänge übernimmt selbsttätig ein Fortschaltrelais. Auch die Hauptschütze und der Fahrtwender werden mittels Druckluft gesteuert. Zur Erhöhung der Sicherheit ist der Fahrschalter mit Totmannkurbel versehen. Die seitlich an je einem Ende der Trieb- und Beiwagen sitzenden Stromabnehmer, Abb. 5, weisen einige wichtige Neuerungen auf.

Vier 1,2 m breite Doppeltüren auf jeder Wagenseite ermöglichen rasches Aus- und Einsteigen, das Schließen der Türen vom Führerstand aus mittels Druckluft eine schnelle Abfertigung. Um eine Gefährdung der Reisenden zu vermeiden, sind die Schließkanten der Schiebetüren mit Gummihohlleisten bekleidet. Die Türen bleiben nach dem Anfahren rd. ½ min lang unter Luftdruck gesperrt, so daß sie während des Anfahrens nicht mehr geöffnet werden können. Das Öffnen der Türen zum Aussteigen geschieht wie bisher mit der Hand.

Die Beleuchtung der Wagen mit zwei seitlichen Lampenreihen ergibt über den Sitzplätzen eine sehr gleichmäßige und gute Beleuchtung (50 Lux). Die Lampen sind in die Decke eingelassen und blendungsfrei. Geheizt wird elektrisch.

Die Wagenbauart 1927 kann als eine hervorragende Leistung der Reichsbahn und der beteiligten Firmen bezeichnet werden. Nur durch eine großzügige Gemeinschaftsarbeit, die sich bis auf den Austausch der Lehren erstreckte, war eine solche Leistung in der kurzen verfügbaren Zeit möglich. Den mechanischen Aufbau der Wagen haben sechs deutsche Firmen übernommen, während die elektrische Ausrüstung in der Hauptsache vier Elektrizitätsfirmen übertragen war. Zum Zusammenbau wird das neue Ausbesserwerk Niederschöneweide benutzt.

Selbsttätige Zugsicherung

Die von der Umstellung erwartete Zugbetriebsleistung von 40 Zügen in der Stunde machte die Einführung selbsttätiger Zugsicherung unumgänglich nötig. Die mechanischen und elektrischen Einrichtungen für die Zugüberwachung sind in Z. Bd. 71 (1927) S. 1665 ausführlich beschrieben. Gegenüber den Einrichtungen auf den Fernbahnen weist aber die Signalordnung hier wesentliche Unterschiede auf. Die Blocksignale zeigen als Grundstellung „freie Fahrt“. Bei der Einfahrt in einen Block-

Abb. 7
Fahrsperre, Streckenanschlag mit Antrieb.

abschnitt stellt der Zug das Signal selbst auf „Halt" und wieder zurück auf „freie Fahrt", wenn er den Abschnitt verläßt. Abweichend hiervon besteht auf den Endbahnhöfen halbselbsttätige Zugsicherung mit „Halt" als Grundstellung; hier sind Flügelsignale, auf den Strecken dagegen Doppellichtsignale, auch für Tageszeit, vorhanden. Grün und gelb gleichfarbig nebeneinander oder in gemischter Zusammensetzung geben verschiedene Streckenbesetzungen an, Abb. 6. So bedeutet grün—grün: erste und zweite folgende Blockstrecke frei, grün—gelb: erste Blockstrecke frei, zweite besetzt, gelb—gelb: halt. Rot ist weiterhin zur Deckung der Bahnhöfe als Haltsignal geblieben. Die Licht-Tagsignale sind vereinigt an Masten zwischen den Gleisen angebracht.

Selbsttätige Fahrsperren, Abb. 7 und 8, zum Anhalten des Zuges bei Überfahren des Haltsignals betätigen bei „Halt" mittels einer Streichschiene einen am Wagen befindlichen Hebel und leiten die Bremsung des Zuges ein. Bei erlaubtem Überfahren des Haltsignals läßt sich der Einfluß der Fahrsperre ausschalten.

Mit Rücksicht auf die besonderen Schwierigkeiten verschiedenster Art, die die Umstellung der Berliner Stadtbahn auf elektrischen Betrieb jahrelang verhindert haben, kann man die jetzt erfolgte Eröffnung der Strecke Erkner—Potsdam als denkwürdiges Ereignis bezeichnen. Die Umstellung wäre wahrscheinlich schon längst vor sich gegangen, wenn nicht Krieg und Inflation dazwischen gekommen wären. Allerdings wollte man früher Wechselstrombetrieb einführen. Die Ausbildung der ohne Bedienung arbeitenden Quecksilberdampf-Gleichrichter für sehr hohe Leistungen hat mit dazu beigetragen, den für Stadtschnellbahnen bewährten Gleichstrombetrieb auch in Berlin durchzuführen.

[M 1720] Rothhaas.

Abb. 8
Fahrsperre in Freilage.

Eisenhüttenwesen

Zur Metallurgie des Hochfrequenz-Induktionsofens

Die Arbeit[1]) ist der zweite Bericht über die bei der Gemeinschaftsarbeit des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung und der Firma C. Lorenz A.-G. gemachten Erfahrungen mit Hochfrequenzöfen zur Erzeugung von Stahl.

In der ersten Arbeit[2]) war anläßlich des Eisenhüttentages 1926 über die Herstellung von nichtrostendem Chromstahl, Kugellagerstahl usw. im basisch zugestellten 30 kW-Ofen des Kaiser-Wilhelm-Instituts berichtet worden. Die Ergebnisse der Versuche waren vielversprechend. Sie wurden ergänzt durch die guten Erfahrungen, die D. F. Campbell bei der Firma Campbell & Gifford, Wolverhampton bei Birmingham, in einem sauer zugestellten 100 kW-Ofen gemacht hatte[3]).

Für die weiteren Arbeiten war folgender Plan aufgestellt worden:

a) Ergänzung der basischen Schmelzungen und Vervollständigung der Untersuchungen über die Eigenschaften der hergestellten Stähle;
b) Durchführung eines Schmelzplanes auf saurem Herde in Anlehnung an das Tiegelstahlverfahren;
c) Versuch einer Übertragung der im 30 kW-Laboratoriumsofen erhaltenen Ergebnisse auf größere Ofeneinheiten.

Die Arbeit[1]) berichtet über die Ergebnisse der Versuche zu b und c.

Zur Klärung der metallurgischen Verhältnisse der sauer zugestellten Hochfrequenz-Induktionsöfen wurde ein 50 kg-Kippofen benutzt. Der Herd war mit Pfälzer Klebsand (85 vH SiO_2, 13 vH Al_2O_3) aufgestampft. Er wurde beim Anheizen der Charge eingebrannt, war sehr widerstandfähig gegen Temperaturwechsel und bewährte sich überraschend gut. Die notwendige Einschmelzenergie betrug bei kaltem Einsatz von 30 kg 2250 kWh/t, bei 50 kg 1500 kWh/t; bei flüssigem Einsatz war die Energie geringer, aber besonders stark abhängig von den Strahlungsverlusten.

Die Frischwirkung ist unter den angegebenen Verhältnissen außerordentlich stark. Dabei ist zu bemerken, daß abgesehen von sehr großen Kohlenstoffkonzentrationen der Kohlenstoffgehalt so lange nicht verändert wird, wie der Mangangehalt über 0,06 bis 0,08 vH liegt. Eine Verminderung des Kohlenstoffgehaltes unter 0,05 vH ist auch bei großem Überschuß an Eisenoxyduloxyd nicht zu erreichen, da der auf den blanken Teil des Bades zugegebene Hammerschlag nur zum geringeren Teil ins Eisen geht, zum größten Teil von der sauren Schlacke begierig gebunden wird. Die starke Badbewegung unterstützt die Bindung von Fe_3O_4 durch die Schlacken noch weiter. In dieser Hinsicht ist der sauer zugestellte Ofen dem basisch zugestellten unterlegen.

Die Durchführung der Desoxydation bei saurer Zustellung ist schwieriger als im basischen Ofen, da eine reduzierende Schlacke nicht erzeugt werden kann. Die ohne Mitwirkung einer Schlacke durchgeführte Desoxydation ist aber unvollständig. Um auch im vorliegenden Fall eine möglichst weitgehende Desoxydation zu haben, müssen zwei Grundsätze befolgt werden. Einerseits muß der normalerweise stark oxydierende Einfluß der Schlacke durch Zugabe von Mangan zur Schlacke (etwa 10 vH Mn) erniedrigt werden. Dadurch wird der FeO-Gehalt der Schlacke vermindert. Anderseits wird der Gehalt an schädlichen Oxyden durch Zugabe von Kalk herabgesetzt.

Man hat bei der Desoxydation auf saurem Herd also zunächst nach Beendigung des Frischens die vorhandene stark sauerstoffhaltige Schlacke aus dem Ofen zu entfernen und sie durch eine aus Sand, Kalk und Ferromangan vorgemischte Schlacke zu ersetzen. Die jetzt zum Bade zugegebenen Desoxydationsmittel werden unter diesen Umständen fast vollständig zur Entfernung des Sauerstoffs aus dem Stahl verwendet. Die Desoxydation wird durch die starke Badbewegung und die schnelle Aufnahme der Oxyde in die Schlacke gefördert. Die zur Desoxydation notwendige Zeit ist so gering, daß die unvermeidliche Rückoxydation des Bades durch die Schlacke unmerklich ist. Etwa vor dem Abstich zur Sicherheit gegebene Zuschläge an Mangan oder Silizium gehen daher nahezu vollkommen in Lösung. Die auf diese Weise erzeugten Stähle sind in Zahlentafel 1 angegeben. Die dabei benutzten Ausgangswerkstoffe entsprachen den für diese Stähle üblichen. Die Prüfung erfolgte ebenfalls in Anlehnung an die ent-

[1]) Fr. Wever und G. Hindrichs, Archiv f. d. Eisenhüttenwesen Bd. 1 (1927) S. 345.
[2]) F. Körber, F. Wever und H. Neuhauß, „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1641; vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 172.
[3]) D. F. Campbell, Foundry Trade Journ. Bd. 35 (1927) S. 209.

Zahlentafel 1. Ergebnisse des sauer zugestellten Hochfrequenzofens

Schmelze Nr.	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH	Cr vH	Rotbruchprobe	Prüfung	Befund
					Weichstahl				
206	0,10	0,24	0,39	0,082	0,035	—	gut	Rohr; Ehrhardt-Verfahren	Warm- und Kaltverarbeitung sehr gut
207	0,07	0,26	0,47	0,086	0,033	—	„	desgl.	desgl.
210	0,06	0,09	0,26	0,077	0,036	—	zieml. gut	Rohr; Stiefel-Walzwerk	Warm- und Kaltverarbeitung gut
222	0,03	0,19	0,32	0,027	0,034	—	„	Rohr; Ehrhardt-Verfahren	Warm- und Kaltverarbeitung sehr gut
240	0,09	0,16	0,38	0,030	0,043	—	gut	Rohr; Stiefel-Walzwerk	desgl.
					Chromstahl				
277	0,04	0,55	0,29	0,017	0,011	13,05	gut	desgl.	desgl.
278	0,03	0,53	0,20	0,020	0,011	13,55	„	desgl.	desgl.
					Kohlenstoffstähle				
212	1,07	0,27	0,38	0,067	0,024	—	gut	Vielhärtung	32 ×
213	1,14	0,40	0,22	0,027	0,015	0,34	sehr gut	Rasiermesser	Verarbeitung, Schnittfähigkeit und Schnitthaltigkeit gut
214	1,20	0,25	0,12	0,023	0,022	0,35	„	desgl.	desgl.
232	1,18	0,41	0,17	0,028	0,026	—	„	Vielhärtung	23 ×
					Kugellagerstahl				
221	1,28	0,23	0,31	0,024	0,024	1,35	gut	Normale Verarbeitung und Prüfung	Verarbeitung u. Härte gut, Biegefestigkeit nicht ausreichend

sprechender Handelsmarken und wurde von zuständigen Werken ausgeführt (s. Zahlentafel 1).

Bei den unlegierten Kohlenstoffstählen fiel die starke Abhängigkeit des Siliziumgehaltes vom Kohlenstoffgehalt und der Temperatur auf. Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen wird also Silizium aus der Schlacke und Zustellung reduziert, obwohl diese nur vom Metall aus geheizt werden und daher verhältnismäßig kalt sind. Soll der Siliziumgehalt gering gehalten werden, so ist dies durch eine kalkreichere Schlacke ebenfalls zu erreichen.

Zusammenfassend ist zu dem Kapitel zu sagen, daß die auf saurem Herd erzeugten Weicheisen und niedrig gekohlten Chromstähle bei geringen Gehalten an Mn und Si zuverlässig rotbruchfrei sind. Der Kohlenstoffgehalt ist höher als bei den entsprechenden auf basischem Herd erzeugten weichen Eisensorten. Die legierten Stähle kommen handelsüblichen Stählen gleich. Der im sauren Hochfrequenzofen hergestellte Stahl soll danach einen gleichwertigen Ersatz für den Tiegelstahl darstellen.

Zur Frage der Reproduzierbarkeit der in einem 30 kW-Ofen basischer Zustellung erhaltenen günstigen Ergebnisse auf größere Ofeneinheiten wurden gemeinsam mit Dr.-Ing. F. Pölzguter, Bochum, in 100 kW-Ofen der Firma Hirsch-Kupfer-Messingwerke, A.-G., Eberswalde, Schmelzen durchgeführt. Die erste Schmelze wurde in einer Teermagnesitauskleidung gemacht, die sich jedoch nicht bewährte. Sie wurde stark rissig. Die übrigen Stähle wurden in Tongraphit und Tontiegeln erzeugt. Die elektrischen Verhältnisse waren zum Teil sehr ungünstig. Trotzdem zeigten die in einer 130 kg Rundkokille vergossenen Stähle bei ihrer Prüfung gute Ergebnisse. Diese sind stichwortartig in Zahlentafel 2 wiedergegeben (wegen Einzelheiten lese man die Originalarbeit nach). So liegen z. B. die Vielhärtungszahlen durchaus auf gleicher Höhe mit entsprechenden Siemens-Martin-Stählen.

Bei der Durchführung der Schmelzen wurden Beobachtungen über die Höhe des Abbrandes beim Einschmelzen von legiertem Schrot gemacht. Der Abbrand an W, Cr, V, hält sich demnach in sehr niedrigen Grenzen und wird sich bei günstigerer, d. h. schnellerer Arbeitsweise noch steigern lassen.

Der geringe Schwefelgehalt der Schmelzen zeigt außerdem, daß die starke Durchwirbelung der Bäder auch bei größeren Öfen noch eine gute Wechselwirkung der Fremdelemente mit der Schlacke gewährleistet.

Es kann nach diesen allerdings noch mit Mängeln behafteten Vorversuchen bereits heute gesagt werden, daß die Übertragung der mit einem 30 kW-Ofen erreichten Erfahrungen auf größere Ofeneinheiten berechtigt ist. Für die Herstellung von hochwertigen Stählen hat der Hochfrequenzofen also eine große Zukunft. Die metallurgischen Bedingungen sind zum Teil jedoch sehr verschieden von dem bisher bekannten Verfahren. So zeigt sich z. B. eine ganz andre Oxydationsreihenfolge, auf die in der Erörterung

Zahlentafel 2

Schmelze Nr.	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH	Cr vH	W vH	V vH	Zustellung	Prüfung
					1. Kohlenstoffstähle					Härtebereich / Vielhärtung
H 1	1,32	0,10	0,55	0,020	0,008				Teer-Magnesit, neu zugestellt	760 bis 860° / 28 ×
H 2	0,91	0,20	0,34	0,018	0,027				Ton-Graphittiegel, neu	760 „ 860° / 16 ×
H 3	1,17	0,28	0,40	0,015	0,018				Ton-Graphittiegel, gebraucht	760 „ 860° / 27 ×
					2. Transformatorenstahl					Verlustziffer DIN 6400
H 4	0,05	4,03	0,14						Tontiegel, neu	V 10 1,6 Watt/kg 1,3 Watt kg V 15 3,59 „ 3,25 „ Induktion $\mathfrak{B}$ 25 15 000 Gauß 14 300 Gauß $\mathfrak{B}$ 50 16 150 „ 15 500 „ $\mathfrak{B}$ 100 17 350 „ 16 500 „ $\mathfrak{B}$ 300 19 450 „ 18 500 „ Biegezahl: 19 2
	(zu Blech von 0,35 mm gewalzt)									
					3. Schnelldrehstahl					Schneidversuch:
H 5	0,77	0,10	0,20			4,90	18,82	1,00	Tontiegel, gebraucht	gut
					4. Magnetstahl					
H 6	0,73	0,10	0,30				6,19		Ton-Graphittiegel	$\mathfrak{B}_r = 10\,000/10\,500$ Gauß $\mathfrak{H}_c = 62/65$ Gauß $(\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H})_{max} = 300/330 \cdot 10^3$

Abb. 9
Schnellwaage der Sartoriuswerke, A.-G., Göttingen.

Abb. 10
Dämpfungswaage der Vereinigten Göttinger Werke.

von Dr.-Ing. Kriz hingewiesen wurde. Jedenfalls ist ganz allgemein im Hochfrequenzofen die Annäherung an den den theoretischen Gleichgewichtsbedingungen entsprechenden Zustand der Schmelze weit größer als irgendwo anders.

Eine noch wenig gelöste Frage ist die der Auskleidung. Hier wird ein großer Teil der Pionierarbeit für dieses vielversprechende Verfahren zu leisten sein.

Die Wirtschaftlichkeit der Hochfrequenzschmelzung ist durchaus befriedigend. Im 30 kW-Ofen wurden für kalten Einsatz Werte von 1265 kWh/t erreicht. Bei der 100 kW-Anlage ergaben sich Werte von 880 kWh/t für kalten Einsatz aus weichem Schrot. [N 1121]

Aachen W. Hessenbruch

Waagen

Neue Schnellwaagen

Die Sartoriuswerke, A.-G., Göttingen, bauen u. a. neue Schnellwaagen, Abb. 9 und 10, bei denen mittels sinnreicher Luftdämpfer[1]) die Zeitdauer einer Wägung wesentlich herabgesetzt wird, da sich die Waage infolge der Dämpfung nach einer einzigen Schwingung sofort in die Ruhelage einstellt und da die Milligrammwerte von 10 bis $^1/_{10}$ mg mittels Fernrohres unmittelbar abgelesen werden können. Eine Dämpfereinrichtung darf einerseits die Empfindlichkeit der Waage nicht beeinträchtigen, anderseits muß sie schnell wirken und möglichst einfach sein. Man versuchte zunächst mittels zweier gleich schwerer Halbkugeln eine Luftdämpfung derart zu erzielen, daß die eine Halbkugel die Konvexseite nach oben, und die andere nach unten zeigt, wie am Robinsonschen Anemometer; hierdurch entstanden aber Luftströmungen, die ein genaues Ablesen unmöglich machten. Waagen mit Flüssigkeitsdämpfung erwiesen sich als zu unempfindlich. Eine elektrische Dämpfung mittels Induktionsströme bedingte, daß sämtliche Metallteile an der Waage nicht magnetisierbar waren, was kaum zu erreichen war.

Die beste Lösung für eine aperiodisch gedämpfte Waage sind Dämpfungskammern. Schon Curie hat im Jahre 1890[2]) eine Waage mit Dämpfung konstruiert. An einem, den Schalenbügel umfassenden Bügel hängt ein aus mehreren konzentrischen Blechzylindern bestehender Körper an jedem Endgehänge. Diese Zylinder bewegen sich mit geringem Spielraum zwischen anderen Blechzylindern, die an der Grundplatte des Gehäuses befestigt sind. Die Bewegung der Luft, welche durch die blasebalgartige Anordnung der Zylinder entsteht, dämpft die Waage aperiodisch. Bei den Waagen, Abb. 9 und 10, sind die Luftdämpferkammern, Abb. 11, an den oberen Waagebalken angeordnet, wodurch sich gegenüber der alten Anordnung folgende Vorteile ergeben:

1. Es können keinerlei Substanzen in die Dämpfereinrichtung fallen.
2. Die Dämpfertöpfe sind leicht zu entfernen, so daß man die Waagen als normale Analysenwaagen ohne Dämpfung verwenden kann. Durch Aufsetzen von Milligramm-Reitern auf das Reiterlineal kann man dann die optische Ablesung jederzeit prüfen.
3. Die Gewichte können auf jede Stelle der Waagschale aufgelegt werden, ohne daß sich die Dämpferzylinder aneinander reiben, was bei der Anordnung nach Curie sehr leicht möglich war. Zentrische Belastung ist also bei den Sartoriuswaagen nicht erforderlich.

Ein weiterer Vorteil der Waagen besteht darin, daß die optische Ablesung an der Säule und nicht wie bei Curie an dem vorderen Schiebefenster befestigt ist; hierdurch erreicht man, daß der Nullpunkt genau festliegt und mit Hilfe einer kleinen Lupe genau abgelesen werden kann. Die mit Hilfe der Dämpfungswaage bestimmten Gewichte sind jederzeit wieder darstellbar, d. h., die Zunge stellt sich auf der Skala bei gleichen Übergewichten stets wieder auf denselben Teilstrich ein. Der Maßstab hat 50 Teilstriche nach jeder Seite. Die Waage ist so eingestellt, daß bei einem Übergewicht von 10 mg der Zeiger auf 10 steht. Auf dem Maßstab sind die ganzen Milligramme mit Zahlen bezeichnet; jeder Zwischenraum von einem ganzen Milligramm ist, wie die Reiterlineale bei den normalen Analysenwaagen, in 5 gleiche Teile = 0,2 mg unterteilt, so daß man $^1/_{10}$ mg genau ablesen kann.

Abb. 11
Schnitt durch den Luftdämpfer der Sartorius-Waagen.

Diese Dämpfungswaagen können mit einer Einrichtung versehen werden, die gestattet, die Gewichte unter 1 g, also die Dezigramme und Zentigramme, auf die Waagschale zu legen, ohne die Waage öffnen zu müssen, Abb. 10. Während man früher jedes einzelne Bruchgrammgewicht mit der Pinzette auf die Waagschale legen und wieder entfernen mußte, können bei dieser neuen Konstruktion die Bruchgrammgewichte mittels Drehung eines Knopfes von außen aufgelegt werden. An der linken Seite der Waage befinden sich 8 Knöpfe, die mit den Werten von 10 bis 500 mg bezeichnet sind. Durch Drehen der entsprechenden

[1]) DRGM Nr. 958296.
[2]) P. Curie, Comptes Rendus 108 S. 663 und Z. f. Instrumentenkunde Bd. 10 (1890) S. 34.

Knöpfe setzt man die betreffenden Reiter auf ein Lineal, das mit dem Gehänge der Waage so verbunden ist, daß der Druck des Reiters genau so auf die Schneide des Balkens wirkt, als wenn ein gleiches Gewicht auf die Schale der Waage gelegt worden wäre. Die aufgelegten Bruchgramme erscheinen hinter Öffnungen einer Leiste und sind deutlich ablesbar. [M 1003]

Berichtigung

Getriebemodellschau Leipzig 1928

In der Abhandlung von Baurat Knechtel in Z. Nr. 22 sind auf S. 751 die Unterschriften von Abb. 5 und 7 zu vertauschen. Abb. 5 stellt also ein Sinoidwerk, Abb. 7 eine umlaufende Geradschubkurbel dar. [N 1700]

Kleine Mitteilungen

Kühlhaus in Le Havre

Im Rahmen eines Kühlhausbauprogramms für die großen französischen Häfen ist in Le Havre ein dreistöckiges Kühlhaus von 25 000 m² Lagerfläche errichtet worden, das zur jährlichen Aufnahme von 52 Schiffsladungen von je 3000 t Gefrierfleisch und 26 Schiffsladungen von je 1200 t weiterer Kühlladung bestimmt ist.

Bemerkenswert ist die Gründung. Die frühere Hafenmole läuft unter dem Gebäude hindurch und ist zur Unterstützung einer Säulenreihe verwendet worden. Auf dem schlechten Boden auf der Nordseite der Mole stützt sich jede Säule auf eine Tragplatte von 10 bis 24,5 m², so daß der Bodendruck unter 0,8 kg/cm² bleibt.

Die Schiffsladungen werden mittels Drehkrane auf einer 5,3 m breiten Rampe auf dem Dach des vorgelegenen Schuppens in 9,35 m Höhe abgesetzt und auf überdeckten Förderbändern über die Straße hinweg dem Kühlhaus zugeführt, wo mittels Kettenaufzuges das Gefriergut überall hinbefördert werden kann. Die 14 Kühlräume fassen 7000 t, im Maschinenhaus sind vier Ammoniakkühlmaschinen von je 110 000 kcal/h Kühlleistung mit einem Kraftbedarf von 75 PS aufgestellt. Die Sole wird auf —15 °C gekühlt. Die einzelnen Räume werden mittels Sole entweder in Verbindung mit Kühlluft oder durch Kühlschlangen gekühlt. Die tägliche Kühlleistung beträgt 45 700 kcal/h für zwei Räume im Erdgeschoß, 116 800 kcal/h für sechs Räume im ersten Stock und 147 300 für sechs gleiche Räume im zweiten Stock. Bei 30 °C Außentemperatur können die Kammern auf —10 °C, die Gänge auf —5 °C und die übrigen Räume auf 15 °C gebracht werden. („Le Genie civil“ 9. Juni 1928 S. 553) [N 1728 a] Ls.

Antrieb einer Kesselspeisepumpe durch eine Hochdruckturbine

Für das Großkraftwerk der Union Electrique de L'Ouest, Caen, hat die Firma G. und J. Weir, Cathcart, Glasgow, eine unmittelbar mit der Antriebturbine gekuppelte Kesselspeisepumpe geliefert. Der Kesseldruck beträgt 25 at. Die Kreiselpumpe selbst ist für einen Höchstdruck von 38 at, der in zwei Stufen erreicht wird, und für eine Leistung von 58 m³/h entworfen. Bemerkenswert ist noch die innerhalb der Pumpe angeordnete Wasserdruckkammer, die den Endstoß beim Speisen ausgleicht. Ein Regler zur selbsttätigen Drosselung des Dampfes sowie des Speisewassers ist angebaut.

Die Turbine besteht aus einer Druckstufe und mehreren Geschwindigkeitsstufen. Um den thermischen Wirkungsgrad, der für solche kleinen Turbinen gewöhnlich sehr niedrig ist, zu erhöhen, wird der Abdampf der Turbine zur Erwärmung des Kesselspeisewassers benutzt. („The Engineer“ 8. Juni 1928 S. 640*) [N 1728 b] Schr.

Getriebeturbinen oder turboelektrischer Schiffsantrieb

Zum Antrieb aller neueren Schiffe der amerikanischen Marine dienen Turbinen, deren Leistung entweder durch Zahnradgetriebe oder durch elektrische Übertragung den Schraubenwellen übermittelt wird. Die Zahnradgetriebe sind durchweg einfache Getriebe, wenigstens soweit größere Leistungen in Frage kommen. Ihr Wirkungsgrad ist unter Seebetriebsbedingungen bei voller Fahrt zu rd. 98 vH ermittelt worden; bei geringerer Leistung sinkt er sehr schnell und stellt sich beispielsweise, wenn nur ein Zehntel der Volleistung übertragen wird, was der normalen Leistung bei Marschfahrt entspricht, auf weniger als 90 vH. Bei elektrischer Übertragung haben die Stromerzeuger einen Wirkungsgrad von 95,5 vH, so daß der Gesamtwirkungsgrad etwa 92,5 vH beträgt; diese Zahlen gelten für Volleistung und verringern sich für die obengenannte Marschleistung auf etwa 84 vH.

Im Vergleich zum Zahnradantrieb ergibt sich bei elektrischer Übertragung aber noch ein im Wirkungsgrad der Übertragung nicht in Erscheinung tretender Vorteil dadurch, daß bei ihr nur ein Stromerzeuger mit den zugehörigen Hilfsmaschinen bei Marschfahrt in Betrieb bleibt, während bei Zahnradübertragung alle vier Turbinen und alle zugehörigen Hilfsmaschinen mit geringer Belastung und infolgedessen mit hohem Dampfverbrauch arbeiten. Bei voller Leistung hat das Zahnradgetriebe einen um etwa 5 vH geringeren Dampfverbrauch, was auf die Übertragung selbst zurückzuführen ist. Diese Überlegenheit nimmt aber bei geringerer Leistung sehr schnell ab; schon bei dreiviertel Leistung ist der Dampfverbrauch gleich, und bei allen kleineren Leistungen erfordert der elektrische Antrieb geringere Dampfmengen. („Marine Journal“ 15. Mai 1928) [N 1728 c] C.

Betriebsergebnisse des turbo-elektrischen Fahrgastschiffes „California“

Auf der zweiten Reise des amerikanischen Fahrgastdampfers „California“ von rd. 22 000 B.-R.-T. wurden eingehende Messungen im Betrieb vorgenommen, aus denen hervorgeht, daß der Antrieb dieses mit turbo-elektrischen Maschinen ausgerüsteten Schiffes sehr wirtschaftlich ist. Die Hauptabmessungen betragen: Länge 174,95 m, Breite 24,38 m, Seitenhöhe bis Shelterdeck 15,85 m, Tiefgang 9,83 m. Die Maschinenanlage besteht aus zwölf Wasserrohrkesseln von insgesamt 5125 m² Heizfläche und 1486 m² Überhitzerfläche, Bauart Babcock-Wilcox, für einen Druck von 19,3 at und eine Überhitzung von 67 °C, ferner zwei Turbostromerzeugern mit einer Normalleistung von je 5250 kW bei 2640 Uml./min, die Dreiphasenstrom von 3700 V erzeugen. Die Leistung kann auf 6600 kW bei 4000 V erhöht werden. Die beiden Synchronmotoren leisten je 6750 PS_e bei 110 Uml./min und im Höchstfall je 8500 PS_e, bei 120 Uml./min. Diese Maschinenanlage soll dem Schiff in vollbeladenem Zustande bei ruhigem Wetter eine Geschwindigkeit von 18 Kn verleihen.

Im Vergleich zu diesen Konstruktionsleistungen stellen sich die Betriebsleistungen und die zugehörigen Geschwindigkeiten auf der zweiten Reise von New York über Havanna nach San Franzisko, wie in Zahlentafel 1 angegeben. Dabei betrug:

		Ausreise	Heimreise
der mittlere Tiefgang	m	7,71	8,99
die mittlere Verdrängung . .	t	23 400	27 850

Die Durchschnittsleistung auf der Heimreise bei nahezu voller Beladung betrug 17,41 Kn bei einem Verbrauch von 1779 t Heizöl auf einer Reiselänge von 5504 Seemeilen, d. h. einem Verbrauch von 132 t/24 h oder von 0,375 kg/PSh an der Welle, wenn man für die Geschwindigkeit von 17,41 Kn eine Leistung von 14 650 Wellen-PS rechnet. Bei Beurteilung dieser Leistung ist zu beachten, daß der Heizölverbrauch für die gesamte Dampferzeugung gilt; es ist also der Dampfaufwand für die Hilfsmaschinen, für die Fahrgasteinrichtungen, umfangreiche Wirtschafts- und Lüftungseinrichtungen und für die Kühlräume, welche etwa 1700 m³ Kühlladung aufnehmen können, eingerechnet. Zum

Zahlentafel 1. Betriebsergebnisse des Fahrgastschiffes „California“ bei der zweiten Reise*)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Geschwindigkeit . . . . . . Kn	14,57	17,40	17,87	18,5	16,2	17,4	17,95	18,45
Leistung an der Welle . . . PS	7 085	14 150	15 500	17 200	12 000	14 650	15 800	17 000
Täglicher Heizölverbrauch . t	75,2	126,4	134,7	145,4	105,2	125,1	136,3	147,0
Heizölverbrauch je Wellen-PS und Stunde. . . . . kg/PSh	0,442	0,372	0,361	0,352	0,364	0,354	0,358	0,358
Drehzahl der Schrauben Uml./min	94,5	112	115	119,5	104,5	112	118	119

*) 1 bis 4 Ausreise, 5 bis 8 Heimreise.

Speisen aller dieser Einrichtungen sind vier Turbostromerzeuger von je 500 kW vorhanden. Hiervon sind ein bis drei in Betrieb. Kühlladung wird vor allem auf der Rückreise von San Franzisko nach New York gefahren. („Marine Journal“ 15. Mai 1928) [N 1728 d] C.

Speisewagen für Bereitschaftszüge

Die New York, New Haven & Hartford-Bahn hat kürzlich für die Bereitschaftszüge einen Speisewagen in Dienst gestellt. Dieser Wagen, der für Eß- und für Schlafgelegenheit eingerichtet ist, ist zunächst einem Bereitschaftszug des New Yorker Bezirkes der Bahngesellschaft zugeteilt. Es ist beabsichtigt, jedem Bereitschaftszug dieser Bahnverwaltung einen solchen Speisewagen mitzugeben. Es handelt sich um einen hölzernen rd. 18 m langen Personenwagen, der für die besonderen Zwecke umgebaut worden ist. Die geräumige Küche enthält alle erforderlichen Einrichtungen, um dem gestellten Zwecke zu genügen. Der Speiseraum hat eine Länge von rd. 8,85 m und eine Breite von rd. 2,6 m; er enthält 8 Paar einander gegenüber angeordnete Sitzbänke (insgesamt 32 Sitzplätze) mit je einem dazwischenliegenden Tische. Diese Tische sind an Konsolen, die an der Längswand sitzen, abnehmbar befestigt und können, wenn der Speiseraum in einen Schlafraum verwandelt werden soll, entfernt und in einem besonderen Schranke verwahrt werden. Die Sitzkissen sind so angeordnet, daß man sie leicht zu Betten, ähnlich wie die Unterbetten in Pullmanwagen, zusammenstellen kann. Hierdurch erhalten 16 Mannschaften Schlafgelegenheit. („Railway Age“ 26. Mai 1928 S. 1203) [N 1728 e] Krs.

Lange offene Güterwagen

Zur Beförderung von Trägern und dergleichen in großen Längen, möglichst Walzlängen, bauten sich die Homestead-Stahlwerke der Carnegie-Stahlgesellschaft besonders lange offene Güterwagen. Die lichte Kastenlänge beträgt 19,82 m, die lichte Weite 2,36 m, die Entfernung der Drehgestellmitten 17,06 m, die Länge zwischen den Innenseiten der Mittelkupplung 21,76 m.

Die Wagen haben sich bewährt, insbesondere durchlaufen sie anstandslos Krümmungen bis 53 m Halbmesser. („Railway Age“ 10. März 1928 S. 585) [N 1728] M.

BÜCHERSCHAU

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 303. H.: **Der Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle.** Von Walter Lode. Berlin 1928, VDI-Verlag. 15 S. m. 12 Abb. Preis 2,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 2,25 ℳ.

An der Hand einer sehr vollständigen Erörterung der bisherigen Versuchsergebnisse sowie eingehender eigener Versuche werden die Bedingungen für das Fließen von Metallen unter verwickelten Beanspruchungen untersucht. Es kann nach der vorliegenden Arbeit als sichergestellt gelten, daß bei einer in der Mitte zwischen den beiden andern liegenden dritten Hauptspannung die Schubspannung unter sonst gleichen Bedingungen etwa 12 vH größer ist als bei Gleichheit zweier Hauptspannungen; d. h. in andern Worten, daß bei Verdrehung eine gleiche Sicherheit wie bei Zug oder Druck vorliegt, wenn die Schubspannung zur Normalspannung etwa im Verhältnis 0,56 : 1 steht. Diese auch von andrer Seite bestätigte Erkenntnis sollte baldmöglichst als Grundlage von Konstruktionsrechnungen Aufnahme finden.

Bei der Untersuchung der Theorien, die mit dieser Feststellung übereinstimmen, ergibt sich, daß lediglich eine unveränderliche Gestaltenergie der wahren Fließbedingung nahekommt, nicht aber die bekannteren Annahmen gleichbleibender Dehnung, Normalspannung, Schubspannung usw. Man vermißt dabei ein Eingehen auf die Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen an Kristallen, die in bestimmten Kristallflächen und -richtungen unter etwa gleichbleibender Schubspannung fließen. Diese Feststellung steht nun durchaus nicht im Widerspruch zu den Ausführungen des Verfassers, sondern ergibt, auf das Haufwerk übertragen, einen qualitativ ähnlichen Gang mit der mittleren Hauptspannung. [E 1534] G. Sachs

Technisches Denken und Schaffen. Von Georg v. Hanffstengel. 4. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 228 S. m. 175 Abb. Preis 6,90 ℳ.

Erfreulicherweise wächst das Verständnis für technische Leistungen und technische Denkweise immer mehr, und je mehr die Technik Allgemeingut des Volkes wird, um so größer wird auch der Kreis der Bewunderer der Technik. Da die Technik immer mehr in das private Leben der Einzelnen eingreift, so müssen auch Kreise, die bisher der Technik ferner standen, heute technisch denken lernen. Zur Unterstützung dieser Aufgabe kann man sich kein besseres Buch vorstellen als das vorliegende; der Verfasser versteht es meisterhaft, durch seine volkstümliche, aber dennoch technische Schreibweise einen Begriff zu geben von dem modernen Geist der Technik.

In die neue Auflage hat der Verfasser eine Reihe neuer Abschnitte eingefügt, abgesehen von Veränderungen und Ergänzungen in den andern Teilen. Erwähnt seien die Abschnitte über neue Wege der Energiewirtschaft, Fließarbeit, Schaffung ästhetisch schöner Formen, Rationalisierung durch Vereinheitlichung, Mensch und Rationalisierung.

Besonders sei auf die ausgezeichneten bildlichen Darstellungen hingewiesen, die dem Nichtfachmann die Vorstellung technischer Vorgänge erleichtern. Für eine spätere Auflage sei die Behandlung der Technik in der Hauswirtschaft angeregt; bei der Normung könnten auch die wirtschaftlichen Vorteile erwähnt werden, die die Vereinheitlichung namentlich bei Gegenständen des täglichen Bedarfs mit sich bringt. Dann dürfte sich auch die Frau für dieses Buch interessieren. [E 1502] W. W.

Die Maschinenelemente. Von Felix Rötscher. 1. Bd. Berlin 1927, Julius Springer. 600 S. m. 1042 Abb. Preis 41 ℳ.

Der Verfasser bringt nicht nur die Berechnung der Maschinenteile, sondern geht auf die Abhängigkeit ihrer Gestalt vom gewählten Werkstoff und von den wirtschaftlichen Faktoren, wie Formung und Zusammenbau, ein. Die Maschinenteile müssen nicht nur technisch zweckmäßig, sondern auch wirtschaftlich günstig ausgebildet werden.

Der erste Abschnitt enthält die Festigkeitsrechnungen. Bei einer Neuauflage wäre zu empfehlen, auch Werte für die zulässigen Beanspruchungen der genormten Werkstoffe aufzunehmen.

Daran schließt sich eine Einführung in die Kunde von den wichtigsten Maschinenbaustoffen und in die Baustoffnormung. Insbesondere werden die Anforderungen an die Werkstoffe herausgearbeitet. Es werden nicht nur Festigkeitswerte aufgezählt, sondern neben Angaben über ihre Abhängigkeit von der Betriebstemperatur findet man auch andere für den Konstrukteur wichtige Daten, wie Bearbeitbarkeit, Verhalten gegen Säuren, übliche Verwendungszwecke u. a. m.

Der dritte Abschnitt enthält allgemeine Gesichtspunkte für die Gestaltung von Maschinenteilen. An der Hand guter Beispiele werden die Bedingungen untersucht, die eine Konstruktion beeinflussen. Auch die Wirkung von Kerben wird besprochen[1]). Wesentlich ist, daß unter anderem auch die Normung der Maschinenteile die gebührende Beachtung gefunden hat. Es wäre zu empfehlen, bei einer Neubearbeitung den dritten Abschnitt noch ausführlicher zu gestalten.

Der Hauptteil des Buches behandelt die einfachen Maschinenteile, wie Keile, Federn, Stifte, Schrauben, Nieten, Schweiß- und Lötverbindungen, Rohre, Rohrleitungen, Absperrmittel, Seile, Kolben, Kolbenstangen und Stopfbüchsen.

Bei den Nieten fehlt ein Hinweis auf die heute noch häufig angewendete Schuch- oder Stiftnietung; außerdem sind einige Nietschaubilder wohl schon überholt. Vorzuschlagen ist ferner eine Erweiterung des Teiles „Schweißen und Löten“. Ebenso wäre eine Berechnung von Ventilfedern mit aufzunehmen. Einige Zeichnungen könnte man zweckmäßig durch neuere Ausführungen ersetzen.

Bei allen Abschnitten ist der klare und übersichtliche Aufbau zu loben. Ebenso gefallen die vielen guten Rechnungsbeispiele, die nicht nur die Anwendung der Formeln zeigen, sondern dem Konstrukteur auch klarlegen, mit welchen Annäherungen sie zu gebrauchen sind, und wie weit die Rechnung mit Versuchswerten übereinstimmt. Nach Inhalt und Form ist der erste Band gründlich wissenschaftlich und neuzeitlich. Die Ausstattung steht auf der bei dem Verlage gewohnten Höhe. Sehr gute Dienste wird das am Schlusse befindliche Verzeichnis des Schrifttums leisten. [E 1503] A. Erkens

[1]) Vergl. Nr. 24 dieser Zeitschrift S. 851.

Amerikanischer Eisenbau in Bureau und Werkstatt. Von F. W. Dencer. Übersetzt von R. Mitzkat. Berlin 1928. Julius Springer. 366 S. m. 328 Abb. Preis 32 ℳ.

Auf allen Gebieten industrieller Tätigkeit sind die Augen der deutschen Ingenieure nach Amerika gerichtet, und allgemein beherrscht der Wunsch die Gemüter, aus eigener Anschauung die Fortschritte kennen zu lernen, die während und nach dem Kriege drüben erreicht worden sind.

Auf dem Gebiete des Eisenbaues treten wir mit den Amerikanern in Deutschland gar nicht und auf dem Weltmarkt nicht oft in Wettbewerb; dagegen werden die märchenhaften Spitzenleistungen amerikanischen Schnellbaues, von denen uns die Zeitungen berichten, mit der gebührenden Bewunderung bestaunt. Studiert man das soeben erschienene Buch des amerikanischen Oberingenieurs, so findet man den Schlüssel für die Schnellbau-Ausführungen in der vorzüglichen Vorbereitung der Arbeiten in den technischen Bureaus und in der hervorragenden Organisation, worin die Amerikaner ja Meister sind.

Fast mit Überraschung ersehen wir aus dem amerikanischen Buch, daß, abgesehen von Mehrfachstanzen und Mehrfachbohrmaschinen, die amerikanischen Werkstatteinrichtungen der Eisenbauanstalten von den unseren sich nur wenig unterscheiden, ja es erscheint einigermaßen verwunderlich, daß zum Beispiel das bei uns eingeführte „Paketebohren" in Amerika nicht bekannt zu sein scheint, offenbar weil das „Stanzen" drüben fast allgemein angewendet wird.

Die guten Montageeinrichtungen der Amerikaner werden in dem Buch klar beleuchtet. Auf diesem Gebiete wird bei uns noch gar zu viel an der falschen Stelle gespart. Auch die Kapitel über Materialbeschaffung und -überprüfung bieten für uns manches Beachtenswerte. Dagegen sind die allgemeinen konstruktiven Fragen des Eisenbaues recht dürftig behandelt und die Art der Berechnung amerikanischer Eisenbauten überhaupt nicht erwähnt.

Erwünscht wäre bei einer neuen Auflage der deutschen Ausgabe auch die Aufnahme bemerkenswerter Ausführungsbeispiele, nähere Angaben über die elektrische Schweißung, die sich drüben in wachsendem Maß einführt, und über den neuzeitlichen Hochhausbau, für den uns amerikanische Anregungen wertvoll sein würden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das vorliegende Werk eine wertvolle Bereicherung unseres nicht sehr umfangreichen Schrifttums über den Eisenbau bedeutet.

[E 1512] Hans Schmuckler.

Die Meßwandler, ihre Theorie und Praxis. Von I. Goldstein. Berlin 1928, Julius Springer. 165 S. m. 130 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Die Meßwandler haben in den letzten Jahren durch ihre Verwendung in Überwachungs- und Schutzschaltungen von elektrischen Anlagen und Netzen so an Bedeutung gewonnen, daß es berechtigt ist, diese Geräte in einem besonderen Buche zu behandeln. Zunächst entwickelt der Verfasser die theoretischen Unterlagen zum Entwurf des Stromwandlers unter Benutzung der für den Transformator geltenden Formeln und beschreibt verschiedene Ausführungsarten. Dann zeigt er, wie bei Kurzschlüssen und großen Phasenverschiebungen Übersetzungsfehler zustande kommen und durch welche Meßverfahren die Größe der Abweichungen bestimmt werden kann. Der Spannungswandler wird nach denselben Gesichtspunkten behandelt, jedoch wegen seiner Übereinstimmung mit dem Transformator in kürzerer Form. Das leicht verständliche und handliche Büchlein wird jedem Elektrotechniker nützlich und willkommen sein. [E 1500] Zn.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 302. H.: **Versuche mit freiaufliegenden rechteckigen Platten unter Einzelkraftbelastung.** Von M. Bergsträsser. Berlin 1928, VDI-Verlag. 25 S. m. 55 Abb. Preis 4,50 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 4 ℳ.

Maschinenbau. Lehrbuch für technisch-gewerbliche Lehranstalten. Herausgeg. von Johann Baudisch. 1. T.: Maschinenelemente. 1. Buch: Einführung in den Maschinenbau und das Maschinenzeichnen. Von Karl Riedler. 2. Aufl. Wien und Leipzig 1928, Franz Deuticke. 112 S. m. 315 Abb. Preis 8 ℳ.

Die kompressorlose Dieselmaschine. Von Ludwig Hausfelder. Berlin 1928, M. Krayn. 383 S. m. 256 Abb. Preis 22 ℳ.

Schiffbau-Kalender 1928. Hilfsbuch der Schiffbauindustrie. Berlin 1928, Zeitschrift „Schiffbau", Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co. 552 S. m. Abb. Preis 8,75 ℳ.

Eisen im Hochbau. Begr. vom Stahlwerks-Verband, A.-G., Düsseldorf. 7. neubearb. Aufl. Herausgeg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf und Berlin 1928, Verlag Stahleisen G. m. b. H. und Julius Springer. 762 S. Preis 12 ℳ.

Handbuch für Eisenbetonbau. Herausg. von F. Emperger. 3. Aufl. 9. Bd.: **Die in- und ausländischen Eisenbetonbestimmungen.** Bearb. von J. Lorenz-Meyer. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 290 S. m. 78 Abb. Preis 19,50 ℳ.

Gewölbetabellen. Von F. Kögler. Berlin 1928, Julius Springer. 104 S. m. 29 Abb. Preis 7,50 ℳ.

Stahl und Eisenbeton im Geschoßgroßbau. Von Gustav Spiegel. Berlin 1928, Julius Springer. 37 S. m. 5 Abb. und 25 Zahlentafeln. Preis 1,90 ℳ.

Die Wasserbewegung im Dammkörper. Von Ignaz Schmied. Wien 1928, Julius Springer. 198 S. m. 150 Abb. Preis 22 ℳ.

Wasserkraft-Jahrbuch 1927/28. (3. Jahrg.) Herausgeg. von K. Dantscher und C. Reindl. München 1928, Richard Pflaum. 458 S. m. 241 Abb. u. 3 Taf. Preis 20 ℳ.

Der Brunnenbau. Von Franz Bösenkopf. Wien 1928, Julius Springer. 178 S. m. 141 Abb. u. 6 Taf. Preis 11,20 ℳ.

Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, 3. Bd.: **Abmessungen von Hoch- und Martinöfen.** Von Michael Pavloff. Unter Mitwirkung des Verfassers aus dem Russischen übersetzt von F. Dreyer. Leipzig 1928, Otto Spamer. 148 S. m. 150 Abb. Preis 16 ℳ.

Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung. Von K. Gottwein. Berlin 1928, VDI-Verlag. 93 S. m. 70 Abb. Preis 6 ℳ, für Mitglieder des V. d. I. 5,40 ℳ.

Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Von P. Schimpke und Hans A. Horn. 1. Bd. 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 222 S. m. 229 Abb. Preis 12 ℳ.

Tagesfragen aus der Zuckerindustrie, 8. H.: **Automatische Regelungen im Zuckerfabriks-Betriebe.** Von Max Maria Muchka. Magdeburg 1928, Rudolf Rathke. 37 S. m. 10 Abb. Preis 2 ℳ.

Der Bergmannsfreund. Ein Ratgeber zur Bekämpfung der Unfallgefahren im Steinkohlenbergbau. Bochum 1927, Westfälische Bergwerksgesellschaft. 417 S. m. 270 Abb. Preis 6 ℳ.

Schriften der Kartellstelle des Reichsverbandes der Deutschen Industrie, Nr. 4, Januar 1928: **Kartelle als Produktionsförderer.** Vorträge von Prof. Flechtheim und Dr. Reichert in der Sitzung des Vorstandes des R. D. I. am 15. Dezember 1927. Berlin 1927, Selbstverlag. 45 S. Preis 2 ℳ.

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 72 SONNABEND, 30. JUNI 1928 Nr. 26

Zur Lehre von den Katalysatoren

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. Richard Willstätter, München

Vorgetragen am 25. Juni 1927 in der Vereinigung von Freunden der Technischen Hochschule Darmstadt

Die Kontaktverfahren der chemischen Industrie und die Fermentwirkungen im lebenden Körper werden verglichen und die Geschichte und das Wesen dieser katalytischen Erscheinungen behandelt. Aus der Eigenart der Mischkatalysatoren wird der Satz abgeleitet, daß Gemische die Natur neuer chemischer Verbindungen haben können.

Von den Verfahren unserer chemischen Großindustrie beruht die überwiegende Mehrzahl heute auf katalytischen Reaktionen. Von den neueren Prozessen unserer Industrie ist der größte die Vereinigung der elementaren Gase Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak, das in Form seiner Salze und Derivate als Dünger verwendet wird und das wieder in einem katalytischen Vorgang zu Salpetersäure verbrannt wird. Die Gase Stickstoff und Wasserstoff reagieren selbst unter sehr hohen Drücken und bei hoher Temperatur sehr träge. Der bahnbrechende Erfolg von Fritz Haber beruhte nicht allein auf der Anwendung hoher Drücke, er beruht auch auf der Auffindung geeigneter Kontaktstoffe, Osmium und Uran, bei deren Gegenwart die Vereinigung der trägen Moleküle von Stickstoff und Wasserstoff sich mit großer Geschwindigkeit vollzieht. Diese Katalysatoren sind übertroffen worden durch die neueren der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, die tonerdehaltiges Eisen benutzt.

Beispiele katalytischer Vorgänge in der anorganischen und organischen Welt

Ein im wissenschaftlichen Schrifttum genau untersuchter katalytischer Vorgang ist die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Wenn wir die Gase in reinem Zustande bei gewöhnlicher Temperatur aufeinander einwirken lassen, dann können wir selbst nach langer Zeit keine Reaktion feststellen. Bringen wir einen Kontaktstoff wie Platin in Berührung mit dem Gasgemisch, dann vollzieht sich die Reaktion mit äußerst großer Geschwindigkeit.

Diesen Beispielen aus der anorganischen Welt stehen zahllose aus der organischen Natur gegenüber. In den Zellen aller Lebewesen werden Reaktionsbeschleuniger hervorgebracht, die wir den Kontaktstoffen oder Katalysatoren der anorganischen Chemie an die Seite zu stellen haben. Sie haben Wesentliches mit ihnen gemein, sie beschleunigen die Umsetzungen, ohne selbst verbraucht zu werden. So kann eine kleine Menge des Kontaktstoffes außerordentlich große, theoretisch unendliche Mengen von Stoffen umsetzen. Die Umsetzungen im Organismus müssen sich bei mäßiger Temperatur und mit gelinden Mitteln und doch mit ansehnlicher Geschwindigkeit vollziehen. Dies sind vor allem die Vorgänge der Oxydation, die Reaktionen im arbeitenden Muskel, die Umformungen der Nahrungsmittel, die teils zur Lieferung von Energie und teils zum Aufbau des Körpers dienen. Alle diese Vorgänge verlaufen unter Mithilfe organischer Katalysatoren: Fermente oder Enzyme. Sie wirken in geregelter Abhängigkeit zusammen, und das Leben besteht im Zusammenwirken enzymatischer Vorgänge.

Die Feststellung der Wesensgleichheit der anorganischen katalytischen Vorgänge und der organischen Fermentreaktionen ist so alt wie die älteste beobachtete Katalyse überhaupt. Die erste Beobachtung über katalytische Umsetzungen war vielleicht die Entdeckung von Kirchhoff in den Jahren 1811 und 1814. Sie betraf die Verzuckerung von Stärke durch Säure, aber auch schon die Hydrolyse von Stärke durch Malzauszug, also auf enzymatischem Wege. Grundlegend für die Lehre von der Katalyse wurde eine Untersuchung in der Frühzeit der organischen Chemie (1833) von Eilhard Mitscherlich über die Bildung von Äther aus Alkohol bei Gegenwart von Schwefelsäure. Mitscherlich verglich diese Reaktion mit der geistigen Gärung der Zuckerarten, der Essigbildung aus Alkohol, dem Zerfall des Harnstoffs, mit der Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds, und er nannte derartige Erscheinungen Reaktionen durch Kontaktwirkung. Nach seinen Worten „erleiden diese Substanzen für sich keine Veränderung, aber durch den Zusatz einer sehr geringen Menge Ferment, welches dabei die Kontaktsubstanz ist, und bei einer bestimmten Temperatur findet diese sogleich statt".

Erforschung der Katalyse

Berzelius hat diese Arbeit von Mitscherlich in einem Jahresbericht eingehend gewürdigt. Er sammelte und ordnete nämlich eine ganze Anzahl schon bekannter und zum Teil wenig beachteter Reaktionen unter einem Gesichtspunkt und schuf dafür den Begriff Katalyse. Berzelius erblickte in der katalytischen Kraft „eine ebensowohl der anorganischen als der organischen Natur angehörige neue Kraft zur Hervorrufung chemischer Tätigkeit". Er ging nicht weiter in seiner Erklärung und betonte in seinen Auseinandersetzungen mit Liebig, der die Katalyse mit Hypothesen zu erklären suchte, wie gefährlich es wäre, unvollständig verstandene Erscheinungen mit hypothetischen Annahmen zu erläutern. Diese Zurückhaltung von Berzelius wird heute noch oft gerühmt.

Aber die Unterdrückung der hypothetischen Erklärung hat die Beachtung dieser Erscheinung eingeschränkt. Ja, gibt es denn eine einzige richtige Methode der Naturforschung, die Berzelius besessen, und die Liebig gefehlt hat? Je nach der geistigen Veranlagung und dem Temperament des Forschers und je nach der Zweckdienlichkeit für die Ordnung von Tatsachen und für die Anregung von neuen Untersuchungen schreibt der eine oder der andre Gelehrte einer Theorie oder einer Hypothese größere oder geringere Bedeutung zu. Oftmals dienen hypothetische Erklärungen unvollständig verstandener Erscheinungen dem Fortschritt. Welche Erscheinungen verstünden wir denn vollständig?

Neu belebt wurde die Erforschung der Katalyse durch Wilhelm Ostwald. Die Forschungen über die anorganische Katalyse und zu gleicher Zeit die über Fermentreaktionen wurden befruchtet durch die Verfahren der physikalischen Chemie, und die Erscheinungen, die Reaktionsgeschwindigkeiten wurden meßbar gemacht. Die Aufklärung der Beziehungen zwischen den anorganischen Katalysatoren und den Fermenten ist durch G. Bredig besonders gefördert worden. Seine Modellversuche mit sogenannten anorganischen Fermenten haben vielfache und weitgehende Übereinstimmung mit den natürlichen Fermenten ergeben. Es war folgende Erklärung der Katalyse aus dem Jahre 1894, durch die Ostwald die Forschung auf diesem Gebiet geweckt hat: „Katalyse ist die Beschleuni-

gung eines langsam verlaufenden chemischen Vorganges durch die Gegenwart eines fremden Stoffes.“ Eben diesen Satz, daß der Katalysator nur die Umsetzungsgeschwindigkeit verändere, hält Ostwald für den Schlüssel zum Verständnis des Wesens der Kontakterscheinungen.

Somit soll nach Ostwalds Worten das Wesen der Katalyse sein, daß ein Katalysator oder ein Enzym keinen Umsatz bewirken kann, der nicht schon ohne seine Mitwirkung ebenfalls stattfindet. Diese Betrachtung ist herrschend geblieben. Ich halte aber diesen Satz heute nicht mehr für bedeutungsvoll. Er hindert uns nämlich, für Reaktionsauslösungen, die ohne Energiezuführung möglich sind, Vorstellungen zu entwickeln. Katalysatoren können, wie wir heute anzunehmen berechtigt sind, Reaktionen nicht nur beschleunigen, sondern auch hervorrufen, und wir müssen versuchen, dafür eine Erklärung zu geben. Das unermeßliche Tatsachengebiet der Katalyse läßt sich nicht unter eine einzige Theorie ordnen. Ich halte es für ein unfruchtbares Bemühen, alle Erscheinungen der Katalyse mit einer Erklärung zu umfassen. Die Ostwaldsche Schule hat besonders die Katalysen der Zwischenreaktionen in wichtigen Beispielen erforscht und aufgeklärt. Der Katalysator verbindet sich in solchen Fällen mit einem Bestandteil der aufeinander wirkenden Stoffe zu einem Zwischenprodukt, das sich unter Rückbildung des Katalysators weiter umsetzt. Die Summe der Einzelreaktionen verläuft dabei rascher, als die unmittelbare Reaktion ohne den Katalysator verlaufen würde. So häufig scheint dies der Reaktionsverlauf der Katalyse im homogenen System zu sein, daß nach Abel „nur Reaktionen, nicht Stoffe katalysieren“. Für solche Katalysen haben die Molekularverbindungen große Bedeutung. In vielen Molekülen sind die Affinitätsanteile oder Valenzen abgesättigt, ohne daß die gesamte Affinität dadurch verbraucht wäre. Es bleiben merkliche Affinitätsbeträge übrig. Derartige Moleküle, die also nur scheinbar gesättigt sind, vermögen sich mit andern Molekülen zu verbinden. Das Gebiet der Molekülverbindungen, das für die Erforschung der Katalysatoren von besonderer Bedeutung ist, wird heute u. a. von Staudinger und in andrer Richtung von Pfeiffer mit großem Erfolg erforscht.

Der Theorie der Zwischenproduktskatalyse steht entgegen die Theorie von Böeseken. Aus den Erklärungsversuchen von Liebig ist die Anschauung von Nägeli im Jahre 1879 hervorgegangen, der die Fermentreaktionen durch die Übertragung von Schwingungen der Atome und der Atomgruppen auf die Substrate verständlich zu machen suchte. Diese Annahme wird vertieft und in neuzeitlichen Anschauungsformen weiter entwickelt durch Böeseken, der, statt von Schwingungen der Atome zu sprechen, die Theorie der Elektronenbahnen anwendet. Nach Böeseken bewirkt der Katalysator sehr rasch verlaufende Veränderungen der „spezifischen Bindungen“ der Moleküle und überträgt dadurch die Eigentümlichkeiten seines „offenen Systemes“ auf die sogenannten „geschlossenen“, d. h. reaktionsträgen Systeme der Substrate. Ohne Verbindungen einzugehen, überträgt der Katalysator also seinen Zustand auf die spezifischen Bindungen der Stoffe. Viele katalytische Erscheinungen mögen im Sinne von Böeseken ohne Bildung von Zwischenprodukten zu erklären sein, ohne die Entstehung stöchiometrischer Zwischenprodukte.

Wenn uns nun die Vorstellungen von der Affinitätsbeeinflussung bei bloßer Annäherung der Moleküle viele Vorgänge verständlich machen, so darf doch auch eine solche Theorie nicht allgemeine Geltung beanspruchen. In der Fermentchemie gibt es nämlich keine Erklärung, die so fruchtbar und befriedigend wäre, wie die Annahme einer Zwischenbildung von Additionsverbindungen aus Katalysator und Substrat. Das ist eine spezifisch chemische Auffassung vom Verlauf enzymatischer Reaktionen. Die verschiedenen Möglichkeiten und Anschauungsweisen zusammenfassend, möchte ich sagen, der Katalysator kann sowohl durch Anlagerung wie auch schon durch Annäherung an sein Substrat wirken. Er kann eine Art von feiner Konstitutionsänderung des Substratmoleküls bewirken und dadurch dessen Reagieren erst ermöglichen. Dabei braucht nicht einzutreten und wird auch im allgemeinen nicht erfolgen die Umlagerung des Moleküls in eine Substanz von frei existierender isomerer Form, wie sie in einzelnen Fällen anzunehmen sein mag. Die Wirkung des Insulins, das Banting und Best aus der Pankreasdrüse gewonnen haben, suchen manche Forscher so zu verstehen, daß durch das Insulin die gewöhnliche, bekannte Form des Traubenzuckers in eine isomere Form mit veränderter Sauerstoffbrücke, in die sogenannte γ-Glukose, umgewandelt werde. Ein solcher Fall ist möglich, aber es wird ein verhältnismäßig seltener Fall sein, daß die bei der Annäherung des Katalysators erfolgende konstitutionelle Änderung des Substratmoleküls strukturchemisch formuliert werden kann.

Es mag nützlich sein, unsere Anschauungen über die Katalysatoren zu ihren Wurzeln zurückzuverfolgen, und am heutigen Tage ist es besonders reizvoll, einen Gedanken von Kekulé über das Wesen der Katalyse aufzusuchen. Bei dieser Gelegenheit sei auch noch etwas weiter zurückgegriffen, nämlich auf Arbeiten von Faraday. Schon Faraday hat die Kontaktwirkung von Platin auf Wasserstoff-Sauerstoff-Gemische geprüft und zu erklären versucht durch „eine mehr oder weniger innige Annäherung“ der reagierenden Stoffe ohne Zustandekommen chemischer Bindungen mit dem Katalysator. Bei Kekulé finden wir in der berühmten Abhandlung aus dem Jahre 1858 „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs“, die so viel angeführt wird, eine Äußerung, die unberücksichtigt geblieben ist, und der unsere heutigen Vorstellungen recht nahe kommen. Kekulé sagt: „Man kann sich denken, daß . . . während der Annäherung der Moleküle schon der Zusammenhang der Atome in denselben gelockert wird, weil ein Teil der Verwandtschaftskraft durch die Atome des andern Moleküls gebunden wird . . . . . Bei dieser Annahme gibt die Auffassung eine gewisse Vorstellung von dem Vorgang bei Massenwirkung und Katalyse.“

Zum ersten Male wurde in klaren Worten die Wirkung des Katalysators auf Formänderung der Substratmoleküle zurückgeführt von Raschig im Jahre 1906. Die denkwürdigen Experimente über die Bildung des Hydrazins aus Ammoniak suchte Raschig, der Zeit und der Möglichkeit exakter Deutung vorauseilend, intuitiv zu erklären durch die Annahme der Deformationswirkung des Katalysators auf die Moleküle des Substrats. Bekanntlich ist dieser Gedanke von Raschig nicht alsbald mit Beifall aufgenommen worden. Aber in den letzten Jahren nähern sich die Anschauungen der physikalischen Chemie der Anregung von Raschig. Im Jahre 1922 hat Haber die Katalyse der Gasreaktionen einen Vorgang genannt, „dessen erste Phase anscheinend eine elektrodynamische Verzerrung der Moleküle durch die Atomfelder an der Grenze der festen Kontaktsubstanz gegen den Gasraum darstellt.“

Auch Bodenstein hat in den letzten Jahren Deformation der Moleküle zur Erklärung der Kontaktwirkung des Platins auf Wasserstoff und Sauerstoff angenommen. Die neuen Anschauungen der theoretischen Physik über den Bau der Atome und Moleküle erlauben diese Annahme der Moleküldeformation bei Anlagerung oder Annäherung des Katalysators an sein Substrat näher zu kennzeichnen als Deformation der Elektronenhüllen oder als Überlagerung der Ladungsfelder. Wenn diese Erklärung auf der Bohrschen Theorie der Elektronenbahnen fußt, so betrachtet sie als Wirkung des Katalysators eine kontinuierliche Deformation des Substratmoleküls. Der energetische Zustand des Moleküls ist natürlich durch die Deformation der Elektronenhüllen geändert. Zu einem andern Ausdruck für den Einfluß des Katalysators auf sein Substrat führt die Wellenmechanik von Schrödinger, nämlich zu der Erklärung, daß die kontinuierlichen Verteilungen der elektrischen Ladungen des Katalysators und des Substrats einander gegenseitig beeinflussen.

Analyse und Synthese

Für die Erklärung der Katalysatoren ist von Bedeutung ihre Analyse und ihre Synthese. Es ist merkwürdig, wie jung diese Arbeitsrichtung ist, die in die chemische Zusammensetzung der Kontaktstoffe tiefer einzudringen versucht und zum Ziele hat, die natürlichen Vorgänge im

lebenden Organismus künstlich nachzuahmen. Es gibt sehr einfache anorganische Katalysatoren wie das Wasserstoffion oder das Hydroxylion. Sie sind sehr wenig auswählend und sind, verglichen mit den Fermenten, quantitativ sehr wenig leistungsfähig, so daß man, um dieselbe Wirkung unter denselben Bedingungen zu erreichen, ein großes Vielfaches an Menge des anorganischen Katalysators anwenden müßte. Wir können die Hydrolyse der verschiedenen höheren Kohlenwasserstoffe, wie der Fette und der Proteine, mit derselben Säure katalysieren; so wenig spezifisch ist diese Katalyse gegenüber der ganz andersartigen Fermentreaktion. Wir können in keinem Fall ein Enzym zur Spaltung verschiedenartiger Körper verwenden. Sogar wenn wir von den zusammengesetzten Zuckern die einfachsten prüfen, die Biosen, dann erfordert jedes von diesen Kohlenwasserstoffen ein spezifisches, nur auf eine einzige Struktur und Konfiguration eingestelltes Ferment, so daß z. B. die Maltase, die die Maltose spaltet, unfähig ist, den Rohrzucker anzugreifen. Hand in Hand mit dieser spezifischen, auswählenden Wirkung geht das höhere Leistungsvermögen der natürlichen Katalysatoren.

Meine Fachgenossen werden überrascht sein, wenn ich die Zusammensetzung der anorganischen Katalysatoren für noch zu wenig erforscht halte. Vor einigen Jahren wies ich gemeinsam mit Waldschmidt-Leitz nach, daß Platin zur Übertragung von Wasserstoff einen Gehalt an Sauerstoff haben muß. Die Bedeutung des Sauerstoffgehaltes für den Platin-Katalysator war aus Untersuchungen von L. Wöhler bereits bekannt. Neu war aber die Notwendigkeit des Sauerstoffs für die Wasserstoff aktivierende Wirkung des Platins. Die Meinungen über diesen Vorgang sind sehr geteilt. Nach Bodenstein besteht die Wirkung des Sauerstoffes nur in einer Entgiftung der Platinoberfläche. Nach Kuhn soll die Wirkung des Sauerstoffes im Gegenteil auf einer Vergiftung der Platinoberfläche beruhen, indem der Sauerstoff die Wiedervereinigung der an der Oberfläche des Platins entstandenen Zerfallstücke des Wasserstoffmoleküls verzögert.

Diese Annahmen erscheinen mir als unzulänglich. Wir müssen bedenken, daß, wie sich gezeigt hat, sogar die Richtung der Hydrierungsreaktion durch den mehr oder weniger großen Gehalt des Platins an Sauerstoff bestimmt wird. Das sauerstoffhaltige Platin ist als ein besonderer Stoff anzusehen. Die Affinitätsfelder des Platinatoms erscheinen so abgeändert, daß ein neuer Kontaktstoff von spezifischer Art für die Hydrierung entsteht, zu vergleichen mit den natürlichen Systemen, die aus Enzymen und Aktivatoren bestehen, z. B. dem Trypsin der Pankreasdrüse mit der Enterokinase des Darmsaftes. Je nach der Natur des Kontaktstoffes wird in unserem Falle das Substrat mit dem Wasserstoff in verschiedener Art und Weise zur Reaktion gebracht. Denn bei der Hydrierung des Naphthalins mit Platin entsteht nur cis-Dekahydronaphthalin, während bei der Hydrierung mit Nickel hauptsächlich die trans-Verbindung auftritt.

Die Entwicklung unserer chemischen Industrie hat einen Bedarf an stärker wirksamen und mehr auswählend wirkenden Katalysatoren hervorgebracht. Mir scheint die neue Entwicklung der Katalysatoren in der Industrie die Nachahmung der Spezifität und des Leistungsvermögens der Fermente zu bedeuten. Diese Richtung ist in den letzten, etwa 17 Jahren von Bosch und Mittasch gefördert worden, und namentlich haben in dieser Zeit die Untersuchungen von Mittasch und seinem Laboratorium zu praktisch höchst wichtigen und theoretisch sehr beachtenswerten Erfolgen der Reaktionsbeschleunigung und Reaktionslenkung durch

Mischkatalysatoren

geführt, durch Katalysatoren, die nicht einheitliche Stoffe sind, sondern innige Gemische von mehreren Stoffen darstellen.

Eine grundlegende Beobachtung von Mittasch ist die folgende: Eisen wird durch Beimischungen metallischer oder oxydischer Art in seiner katalytischen Wirkung in bezug auf Stärke und Dauerhaftigkeit verbessert. So wird z. B. bei der katalytischen Oxydation von Ammoniak nach Mittasch durch einen Zusatz von Wismutoxyd der Katalysator Eisenoxyd derartig verbessert, daß er einem guten Platinkontakt gleichwertig wird. Ein andres Beispiel: Reines Zinkoxyd wirkt auf ein Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff, indem es die Reaktion im Sinne der Methanolsynthese lenkt. Wenn man aber dem Zinkoxyd eine kleine Menge Eisen beimischt, dann wird die Reaktion in die Richtung der Kohlenwasserstoff-Bildung abgelenkt. Ein andrer Fall aus der neuen Forschung ist die Oxydation von Kohlenoxyd durch Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur. Diese schwierige Frage ist gelöst worden von A. B. Lamb und seinen Mitarbeitern durch Anwendung von komplizierten Mischungen, womit die Oxydation des Kohlenoxyds bei gewöhnlicher Temperatur durchgeführt werden konnte. Für eben solche Phänomene bietet die Fermentchemie ausgezeichnete Beispiele. Trypsin und Trypsin-Kinase unterscheiden sich nicht nur durch ihr Leistungsvermögen, sondern auch ihre Eignung für die Hydrolyse verschiedener Substrate.

Was ist nun der Sinn der Anwendung von Gemischen für die Katalyse? Es scheint mir nur für einen kleinen Teil der Fall zuzutreffen, daß die Beimischung zu einem Katalysator den Zweck verfolgt, die Häufigkeit der aus dem Kristallgitter hervortretenden, durch größere Aktivität ausgezeichneten Atome zu vermehren. Das ist die Wirkung von Trägersubstanzen. In viel zahlreicheren Fällen bei der Anwendung von Zwei- und Drei-, überhaupt von Mehrstoff-Katalysatoren, die sich durch spezifische Leistungsfähigkeit auszeichnen, scheint mir der Sinn zu liegen, daß man den Gemischen die Eigenschaften neuer chemischer Stoffe zuschreiben muß. In der Chemie galt bisher, daß in den Verbindungen die Eigenschaften der Bestandteile aufgehen, daß aber in den Gemischen die chemischen Eigenschaften der Bestandteile erhalten bleiben. Dieser alte Erfahrungssatz langt nicht mehr zu. Für die Messung der chemischen Affinitäten ergibt die Beobachtung der katalytischen Reaktionen feine Mittel.

Die Erfahrungen an den Mischkatalysatoren des Laboratoriums von Mittasch, an den Aktivatoren in Vereinigung mit Enzymen und an dem sauerstoffhaltigen Platin machen mir den Satz überzeugend: Gemische können die Natur neuer chemischer Verbindungen haben. Die Erklärung für die Verbindungsähnlichkeit gewisser Mischungen suche ich darin, daß die elektrostatischen und elektromagnetischen Kraftfelder der einzelnen Komponenten einer innigen Mischung einander beeinflussen können und müssen. Dadurch entstehen neuartige Affinitätsfelder. Diese Bilder sind ähnlich, wie wir sie für die Erklärung der Wirkung eines Katalysators auf sein Substrat herangezogen haben, sei es, daß wir von kontinuierlichen Deformationen der Elektronenhüllen oder lieber im Sinne von Schrödinger von Überlagerung der Ladungsfelder sprechen. Daher wird es verständlich, daß durch Mischen von verschiedenen Elementen oder Verbindungen neue Kontaktstoffe hervorgebracht werden.

Vielleicht wird eine solche Hypothese uns das Verständnis mancher unerklärten Erscheinungen erleichtern, z. B. der Beeinflußbarkeit des Ferromagnetismus durch Beimischungen zum Eisen. Ich habe diese Auffassung vor kurzem in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften vorgetragen; ich möchte hinzufügen, daß das Aufsuchen von Gemischen von besonderer chemischer Natur noch breiter und planmäßiger versucht werden sollte. Es ist ein großes Gebiet der anorganischen Chemie, abseits der hergebrachten Vorstellungen. Diese Anschauungsweise steht in engem Zusammenhang mit den grundlegenden Arbeiten von Grimm über die Eigenschaften isomorpher Gemische. Auch mit den neuen Theorien von V. M. Goldschmidt über den Kristallbau steht meine Anschauung in gutem Einklang.

Zwischenglieder zwischen anorganischen Beschleunigern und Enzymen

Zwischen den einfachen anorganischen Katalysatoren und den Enzymen scheint eine tiefe Kluft zu bestehen. In Wirklichkeit ist diese Kluft bereits überbrückt durch unsere Kenntnis von chemisch genauer gekennzeichneten höhermolekularen organischen Verbindungen, die die Eigenschaften von Katalysatoren haben. Ich habe es immer

vermieden, Chlorophyll als ein Enzym zu bezeichnen, da eine solche Benennung ein nutzloses Schlagwort eingeführt hätte. Nun aber hat es Bedeutung gewonnen, Zwischenglieder zwischen chemisch erklärten Verbindungen und Enzymen aufzusuchen. Nach der Wirkungsweise des Chlorophylls kann man sehr wohl daran denken, es mit den Enzymen zu vergleichen. Indem es beim Assimilationsprozeß die Lichtenergie absorbiert, überträgt es sie auf das Molekül der Kohlensäure, das in eine reaktionsfähigere Form umgewandelt wird, in eine Form, die freiwillig zerfällt in Sauerstoff und Kohlenstoff. Der Kohlenstoff entsteht dabei natürlich in einer hydratisierten Form.

Auch die Farbstoffe der tierischen Blutkörperchen zeigen enzymähnliche Eigenschaften. Vor wenigen Jahren zeigten wir, daß die Oxyhämoglobine der verschiedenen Tiere wahre Peroxydasen sind, die den Sauerstoff vom Waserstoffsuperoxyd auf leicht oxydierbare Körper übertragen, allerdings mit verhältnismäßig schwacher Wirkung. Es war bemerkenswert, daß die verschiedenen Blutfarbstoffe in dieser Wirkung quantitativ voneinander abweichen, z. B. die von Schweineblut und Pferdeblut. Hier liegt also der Fall vor, daß Unterschiede in der Struktur des Globinrestes die katalytische Wirkung quantitativ beeinflussen. Neue Versuche von Kuhn und Brann haben ähnliche Erscheinungen bei Haemin und anderen Blutfarbstoffderivaten aufgedeckt, deren Strukturunterschiede sich genauer erklären lassen.

Diese Zwischenglieder zwischen jenen beiden großen Gruppen von Katalysatoren sprechen für die Auffassung, daß die Enzyme als hochmolekulare organische Verbindungen von bestimmter, wenn auch noch nicht bestimmbarer Konstitution anzusehen sind. Bis in die letzten Jahre hinein galt es ja als zweifelhaft, ob die Fermente tatsächlich besondere chemische Verbindungen sind, oder ob den Fermentwirkungen nur beliebige Stoffe, die sich in bestimmten Zuständen befinden, insbesondere was die Dispersität anbetrifft, zugrunde liegen. Die Auffassung der Fermente als Stoffe von individueller chemischer Natur wird durch vier Gruppen von Beobachtungen aus den letzten Jahren gestützt. An einfachen anorganischen Kolloiden, deren Eigentümlichkeiten man auf ihren Verteilungszustand zurückführte, hat es sich zunächst gezeigt, daß auch ihre Natur nur durch Verschiedenheit der chemischen Strukturen zu erklären ist. Untersuchungen über die Hydroxyde des Aluminiums, des Eisens, des Zinns haben ergeben, daß die Hydrogele dieser Metallfällungen nicht aus Oxyden mit adsorbiertem Wasser bestehen, sondern daß darin zahlreiche verschiedene Metallhydroxyde von bestimmbarer chemischer Konstitution enthalten sind. So wurden mehrere Hydroxyde von der Formel $Al(OH)_3$ abgespalten, die in ihren chemischen Eigenschaften und ihren Adsorptionswirkungen große Unterschiede zeigen. Davon wurde ein Aluminiumhydroxyd von der Formel AlOOH unterschieden. Alle diese Hydroxyde, deren chemische Eigenschaften sich weit unterscheiden, sind Gele.

Der zweite Teil der Beobachtungen betrifft die Ergebnisse, zu denen die Versuche der Reinigung der Enzyme geführt haben. Es waren in einer Anzahl von Enzymen altbekannte Stoffe vermutet worden auf Grund der Analyse von Präparaten, die, wie wir heute wissen, nicht rein genug waren. Jene Präparate, auf Grund deren Zusammensetzung die besondere stoffliche Natur der Enzyme bestritten wurde, haben wenige Hundertstel oder auch nur Bruchteile von einem einzigen Hundertstel an wirksamem Produkt enthalten. Es ist dann in verschiedenen Fällen gelungen, die Enzyme in größerer Reinheit zu gewinnen, so daß die durch übliche Reaktionen nachweisbaren Begleitstoffe quantitativ abgetrennt waren; und für den Fall, daß ein Enzym mit einer bereits bekannten organischen Verbindung identisch sein sollte, ist es ein leichtes gewesen, bei der Reinigung eben jene Verbindung ohne Änderung der Aktivität quantitativ zu beseitigen.

Drittens: bei den Versuchen, sie zu reinigen, wurde der kolloide Zustand der Enzyme in tiefgreifendem Umfang geändert, und es ließ sich zeigen, daß bei den weitestgehenden Änderungen der Dispersität die Wirkung gewisser Fermente quantitativ gleich blieb.

Viertens: in der Natur finden sich die Fermente im allgemeinen in Form von Gemischen, und sie kommen auch gemischt mit gewissen Hilfsstoffen vor, nicht nur mit indifferenten Körpern. Das Verfahren für die Reinigung der Fermente durch Adsorption ist nun so weit entwickelt worden, daß es möglich geworden ist, quantitativ Fermente von ihren Hilfsstoffen, nämlich spezifisch aktivierenden Körpern und namentlich sogar Fermente von Fermenten, zu trennen, etwa so, wie man im Laboratorium Bariumion von Calciumion trennt. So können wir heute nicht nur Fermente, die sich in ihrer Besonderheit weit voneinander entfernen, wie z. B. die eiweißhydrolysierenden und fettspaltenden Pankreasenzyme, voneinander scheiden, sondern sogar diejenigen Fermente, die in ihrer Wirkung auf konstitutionell nächstverwandte Substrate und dementsprechend auch in ihrem Adsorptionsverhalten einander möglichst nahestehen. So ist es meinem Schüler Waldschmidt-Leitz geglückt, das Trypsin auch nach erfolgter Aktivierung von seinem Hilfsstoff, der Enterokinase, zu trennen, und ferner das Trypsin von Erepsin, dem zweiten proteolytischen Enzym des Darmes zu trennen. Und es ist mir gemeinsam mit E. Bamann gelungen, die Fermente, die auf Rohrzucker und auf Malzzucker hydrolysierend wirken, durch Adsorption quantitativ voneinander zu trennen. Alle diese Beobachtungen stehen vor unseren Augen, wenn wir die besondere stoffliche Natur der Enzyme heute für bewiesen halten.

Eine Aufgabe der Industrie für die Herstellung ihrer Katalysatoren und eine Aufgabe der Biochemie, der Fermentforschung, ist die

Konzentrationssteigerung der Katalysatoren.

Es genügt für die Darstellung von Katalysatoren nicht mehr, einen unbekannten Bruchteil der Atome eines Kristallgitters in die geeignete Form überzuführen, nämlich in den Zustand geringster Absättigung durch andre Atome des Gitters, also größter freier Energie. Es ist das Bestreben bei der Schaffung von Katalysatoren, die Leistung der Gewichteinheit zu steigern, und bei der Reinigung von Enzymen, die für eine bestimmte Leistung erforderliche Masse von aktiver Substanz möglichst zu vermindern. Natürlich ist der Sinn auf beiden Gebieten der gleiche.

Das einzige allgemeine Verfahren, das man bei den Enzymen für den Zweck der Konzentrationssteigerung zur Verfügung hat, ist die Anwendung der Adsorptionswirkungen. Es besteht offenbar ein Zusammenhang zwischen den Erscheinungen der Adsorption und der Katalyse. Die Adsorption erscheint nämlich nicht mehr anders erklärbar als durch Affinitätsbeziehungen zwischen adsorbierendem und adsorbiertem Körper. Kapillarwirkung der Adsorbentien reicht nicht aus für so selektive Adsorptionswirkungen, wie sie bei den Gemischen von Enzymen festgestellt worden sind. Es zeigt sich mehr und mehr, daß ähnliche, ja sogar zum Teil gleiche Affinitätsanteile und Affinitätsorte an der Bildung der Adsorptionsverbindung und an der katalytischen Reaktion beteiligt sind. Es ist der Fall öfters beobachtet worden, daß in den Adsorbaten der Fermente die katalytische Wirkung erhalten bleibt. Demgegenüber steht die Beobachtung, daß gewisse Fermente am Adsorbens die katalytische Wirkung einbüßen, daß sie aber mit ihrer ursprünglichen katalytischen Wirkung aus den Adsorbaten wieder gewonnen werden können. Es verdient im Zusammenhang hiermit der Fall Erwähnung, daß die Enterokinase im Adsorbat an Tonerde wirkungslos ist, daß aber Trypsin selbst und Trypsin zusammen mit dieser Kinase in den Adsorbaten die Wirkung mengenmäßig behält. Man hat also hier schon diejenige Gruppe des Moleküls näher zu erkennen vermocht, die an dem Adsorptionsphänomen beteiligt ist.

Einer meiner Freunde, ein Führer unserer Industrie, hat mich vor ein paar Jahren gefragt, ob ein solches Arbeitsgebiet wie das der Fermentchemie nicht zu unfruchtbar und zu undankbar sei für die Forschungstätigkeit eines größeren Laboratoriums, ob nicht die Aufgabe zu wenig Zusammenhang mit der organischen Chemie habe. Meine Antwort auf diese Frage

war, daß die Aufgaben der Fermentforschung im wesentlichen mit den großen Fragen der chemischen Industrie in unseren Tagen zusammenhängen. Mögen die Laboratorien unserer chemischen Großindustrie die wissenschaftlichen Aufgaben von heute bearbeiten und die Laboratorien unserer Hochschulen sich den Aufgaben von morgen widmen. Man erlaube aber dem einen und andern von uns, die

Aufgaben von übermorgen

anzugreifen.

Die Ergebnisse auf diesem Gebiete lassen sich freilich noch nicht mit der Klarheit ausdrücken, mit der das Gebiet der Strukturchemie gepflegt werden kann. Wir haben uns in ein Dickicht gewagt. Die Vorstellungen auf dem Gebiete der Molekularkräfte, auf dem Gebiete der katalytischen Reaktionen und der Adsorption von Fermenten sind nicht vollendet, diese Erscheinungen sind noch nicht genau in Formeln auszudrücken. Bei der Unvollkommenheit unserer Erklärungsversuche wollen wir uns auf eine Bemerkung stützen, die ich kürzlich in einer alten Abhandlung von Faraday über die Erhaltung der Kraft gelesen habe: „Wenn wir bei solchen Bemühungen nur unvollkommen sehen, sollten wir uns doch bemühen, zu sehen; denn selbst ein undeutliches und verzerrtes Bild ist besser als keines. Lasset uns, wenn wir können, einen neuen Gegenstand in irgendeiner Form entdecken, die wahre Erscheinung und Natur wird leicht später entwickelt werden.“ [B 1363]

Das selbsttätige Wasserkraftwerk an der Kyll

In den VDI-Nachrichten[1]) wurde über die Wasserkraftanlage Ramstein an der Kyll (Eifel) berichtet, die auf Anregung von Dir. Blechmann des Städtischen Elektrizitätswerkes Trier so ausgestattet wurde, daß das Werk ohne jede Bedienung arbeiten kann. Im folgenden wird das Wesentlichste der elektrischen Schalteinrichtung, deren Lieferung der Firma Brown Boveri & Cie., A.-G., Mannheim-Käfertal, übertragen war, kurz beschrieben:

Das Wasserkraftwerk, dessen Schaltung Abb. 1 zeigt, kann man durch Kontaktgabe von einer beliebigen Stelle aus über eine Steuerleitung in Betrieb nehmen, oder es kommt von selbst in Betrieb, sobald es aus dem Überlandnetz Spannung bekommt. Drehstrommotoren öffnen den Wassereinlauf, worauf die betreffende Maschinengruppe anläuft. Bei annähernd synchroner Drehzahl setzt das Relais *k* die selbsttätige Parallelschalteinrichtung *m* in Betrieb. Mit Hilfskontakten an dem Drehzahlpendel und einem Umschaltrelais *l* wird die Drehzahl des Stromerzeugers in den den Netzfrequenzschwankungen entsprechenden Grenzen langsam verändert, so daß auch bei unruhigem Netzbetrieb ein sicheres Synchronisieren möglich ist. Der Parallelschalter *m* schließt den Maschinenschalter *o*, sobald die Bedingungen für Parallelbetrieb erfüllt sind, und schaltet damit die Maschine stoßfrei auf das Netz. Durch diese Art der Synchronisierung kann man die größten Maschinen ohne störende Beeinflussung des Hauptnetzes selbsttätig in Betrieb nehmen.

Die Belastung des Stromerzeugers wird in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Wassermenge eingestellt, und zwar auf gleichbleibenden Oberwasserspiegel am Turbineneinlauf. Die Beeinflussung der Erregung des Stromerzeugers stellt der Schnellregler *g* im Anlauf so ein, daß sich die normale Spannung ergibt. Nach dem Synchronisieren und Belasten der Maschine beeinflußt der statische Spannungsregler, Abb. 2 und 3, die Erregung des Stromerzeugers in Abhängigkeit von der Watt- und Blindbelastung. Durch die statische Einstellung des Schnellreglers und die Stromkompoundierung werden Blindstromüberlastungen des Stromerzeugers bei schwankender Netzspannung vermieden. Bei Kurzschlüssen im Überlandnetz vermindert ein Überstromregler *h*, Abb. 1, die Erregung unabhängig von der Wirkung des Spannungsreglers so weit, daß die Maschine nur rd. 15 bis 20 vH Überstrom führt. Diese selbsttätige Strombegrenzung verhindert einerseits eine thermische Überbeanspruchung des Stromerzeugers, anderseits auch unerwünschtes Auslösen des Maschinenschalters, so daß sich die Betriebsbereitschaft der Anlage erhöht.

[1]) VDI-Nachr. 7. Jahrg. Nr. 31 vom 3. August 1927.

Abb. 2 und 3
Statischer Spannungsschnellregler

Abb. 1
Schaltung für selbsttätigen Betrieb.

a 200 PS-Turbine
b 350 PS-Turbine
c 400 kVA-Stromerzeuger
d Erregermaschine
e Hilfsstromerzeuger
f Werkumspanner
g Schnellregler
h Überstromregler
i Magnetrelais-Kurzschließer
k Einschaltrelais für die Synchronisierung
l Umschaltrelais für die Drehzahleinstellung
m Parallelschalter
n Kontaktrelais
o Maschinenschalter mit Motor-Fernantrieb
p Entlastungsrelais
q Zeitrelais
r Höchststromrelais
s Abschaltrelais ohne Sperrung
t Abschaltrelais mit Sperrung
u Öldruckschalter
v Rückstromrelais
w Temperaturrelais

Außer den in elektrischen Anlagen üblichen Schutzeinrichtungen erhielten die wichtigsten Lager Temperatursicherungen *w*, die beim Heißlaufen eines Maschinenlagers die Anlage stillsetzen. Zur Schmierung der Hals- und Spurlager an den Turbinen sind selbsttätige Öler vorgesehen, die von der Turbinenwelle aus angetrieben werden. Öldruckschalter, Überdrehzahlrelais und eine Riemenbruch-Sicherheitsvorrichtung ergänzen die Schutzeinrichtung.

Bei einer Störung schaltet sich der elektrische Teil sofort ab und die Turbinen bleiben stehen. Damit man auch unabhängig von der Gleichstrom- oder Drehstromspannung die Maschinenanlage sicher außer Betrieb setzen kann, sind Freifallschützen vorgesehen, die den Wassereinlauf in wenigen Sekunden vollkommen abschließen, wenn eines der Schutzorgane anspricht.

Seit der Inbetriebnahme hat die selbsttätige Schalteinrichtung allen Anforderungen in jeder Beziehung entsprochen. [M 1382]

Mannheim J. Kröll

Fortschritte im Bau elektrischer Apparate[1]

Von Prof. Dr. F. Niethammer, Prag

Gleichrichter — Umspanner — Umspanner mit drei Wicklungen — Regelung der Spannung — Ölschalter — Schaltanlagen — Elektrische Regel- und Schutzeinrichtungen

Gleichrichter

Für die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom ist den Umformern mit umlaufenden Teilen ein mächtiger Wettbewerber in dem Quecksilberdampf-Gleichrichter entstanden, der außer kleinen Hilfspumpen für die Luftleere keine bewegten Teile hat. Er hat außerdem den Vorzug, daß namentlich bei hohen Gleichspannungen und bei Teilbelastungen sein Wirkungsgrad wesentlich besser ist als der von Maschinenumformern; im allgemeinen kann man bei den auch recht überlastungsfähigen Quecksilberdampf-Gleichrichtern von 1500 V mit 96,5 vH gesamtem Wirkungsgrad einschließlich der Hilfsapparate rechnen. Der Wirkungsgrad ist von $5/4$ bis herunter auf rd. $1/5$ der Nennlast praktisch gleichbleibend. Bei kleinen und mittleren Leistungen dienen Glaskolben als Gleichrichtergefäße; bei großen Leistungen nimmt man Stahlblechgefäße.

Die Leistung des zugehörigen Transformators muß rd. 70 vH höher sein als die Gleichstromleistung des Gleichrichters wegen der durch die Stromkurvenform bedingten ungünstigen Belastung der Wicklungen. Im Hinblick darauf, daß Rückzündungen, d. i. Stromdurchgang in der sonst gesperrten Richtung von der Quecksilberkathode zur Anode, auftreten können, die Kurzschluß bedeuten, muß der Transformator besonders kurzschlußsicher gebaut werden. Häufig hat er Stufen zur Spannungsreglung.

Drei- und sechsphasige Glasgleichrichter baut man bei natürlicher Luftkühlung für Stromstärken bis zu 250 A je Glaskolben, bei künstlicher Luftkühlung mittels Bläsers oder bei Ölkühlung bis zu 500 A je Kolben.

Die Großgleichrichter mit Eisengefäßen, Abb. 1, werden für Stromstärken bis 16 000 A und Spannungen bis 10 und 16 kV gebaut; mit einem Gefäß kann man zur Zeit Leistungen bis rd. 3000 kW erreichen. Einfache Parallelschaltung mehrerer Gleichrichter läßt jede gewünschte Leistung erzielen.

Rückzündungen rühren wahrscheinlich von Gasverunreinigungen im Gefäß her; mittels Schnellschalter auf der Gleichstromseite, die in $1/100$ s oder weniger schalten, macht man die Rückzündungen, die man auch sonst wirksam bekämpft hat, unschädlich. Die Störungen, die der zerhackte Gleichstrom in Fernmeldeanlagen hervorrufen kann, bekämpft man mit Drosselspulen.

[1] Vergl. auch den Aufsatz über „Fortschritte im Bau elektrischer Maschinen", Z. Bd. 72 (1928) S. 129, 202 u. 703.

Abb. 1
Schnitt durch einen Quecksilberdampf-Großgleichrichter, Bauart Brown, Boveri & Cie.

a Sockel	*f* Kathode	*l* Sammler
b Gehäuse	*g* Arbeitsanode	*m* Hahn
c Anodenplatte	*h* Erregeranode	*n* Anodenkühler
d Kühldom	*i* Zündstange	*o* Anodenhülse
e Kühlmantel	*k* Trichter	*p* Zündmagnetspule

Abb. 2
Einphasiger Umspanner von Westinghouse für 33 333 kVA bei 220 000 V und 50 Hertz. Bemerkenswert sind die Kühltaschen für das Öl.

Zur Gleichrichtung höchster Wechselspannungen bis rd. 500 kV dienen neben umlaufenden Nadelgleichrichtern vor allem Glühkathodenröhren in Verbindung mit Kondensatorengruppen, z. B. in der Stabilivolt-Schaltung von Siemens & Halske A.-G. Die mit Argon gefüllten Argonalgleichrichter wirken wie Glimmlampen und sind nur für niedrigere Spannungen und Leistungen bestimmt.

Umspanner

In Amerika spannt man Drehstrom in der Regel symmetrisch mit drei Einphasen-Umspannern um, wobei meistens ein vierter zur Aushilfe vorhanden ist. Westinghouse hat mit drei Einphasen-Umspannern, Abb. 2, von je 33 333 kVA in einer Gruppe 100 000 kVA erreicht bei 220 000 V; die General Electric Co. (GEC) hat eine Gruppe von drei Einphasen-Umspannern für je 28 866, zusammen also 86 600 kVA gebaut bei 220 000/66 000/11 000 V, und zwar mit je drei Wicklungen, von denen die beiden ersten in Stern geschaltet sind, die dritte in Dreieck; jeder dieser Umspanner wiegt 90 t, von denen 36 t auf das Öl entfallen.

In Europa zieht man unsymmetrische Dreiphasen-Umspanner vor, sowohl in der Kernbauart mit drei Schenkeln in einer Ebene als auch in der Mantelbauart

zum Ölbehälter

rd. 4655

5850

2750

RZ924Z3-5

Abb. 3 bis 5 Fünfschenkel-Umspanner der AEG für das Großkraftwerk Klingenberg; 44 000 kVA bei 6/30 kV; Gewicht rd. 75 t, davon rd. 15 t Öl.

mit drei Phasen nebeneinander, von denen im letzten Falle die mittlere gekreuzt ist. Die größten Dreiphasen-Umspanner sind die während des Krieges für das Kraftwerk Goldenberg von der AEG und den SSW gebauten Einheiten für je 60 000 kVA bei 110 kVA Oberspannung; als nach dem Kriege ihre Aluminiumwicklungen gegen Kupferwicklungen ausgetauscht wurden, erhöhte sich ihre Leistung auf 75 000 kVA.

Die AEG hat die Bauform der Fünfschenkelumspanner entwickelt, wodurch sie die magnetische Unsymmetrie beseitigen und die Bauhöhe wegen des verringerten magnetischen Flusses in den Jochen um rd. 15 vH verkleinern kann[2]); die größten Umspanner dieser Bauart sind die des Großkraftwerkes Klingenberg, Berlin, für je 44 000 kVA und 6/30 kV, Abb. 3 bis 5[3]).

Die höchste Spannung, mit der Umspanner zur Zeit in Betrieb sind, beträgt 237 kV bei geerdetem Nullpunkt und 220 kV ungeerdet, entsprechend 380 kV geerdet, und zwar beim Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk.

Den andern Grenzfall, hohe Stromstärken bei mittleren oder niedrigen Spannungen, findet man bei den Umspannern für elektrische Schmelzöfen, die man für Stromstärken bis zu 2 × 60 000 A bei 50 V gebaut hat. Abb. 6 zeigt einen Umspanner für 37 500 A bei 167 V.

Da die Beschaffung reinen Kühlwassers oft schwierig ist, bauen viele Firmen, namentlich amerikanische, neuer-

[2]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 581.
[3]) Vergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 1892.

RZ924Z6

Abb. 6. Umspanner für Ofenbetrieb der Firma Elin, A.-G. für elektrische Industrie, Wien.

Abb. 7
Staffelschaltung nach Dessauer für hohe Prüfspannungen (500 kV gegen Erde); Koch & Sterzel, A.-G.

dings für Leistungen bis zu 30 000 kVA Ölumspanner mit Selbstkühlung, bei denen das Öl in großen Kühltaschen seine Wärme an die Luft abgeben kann, Abb. 2. Bei großen Leistungen bläst man Kühlluft über die Öltaschen.

Häufig genügt der Temperaturunterschied, das Öl in Umlauf zu halten. Wenn man Pumpen dazu verwendet, spritzt man das kalte Öl in die Kühlkanäle der Wicklungen und Blechpakete. Die Kanäle sollen senkrecht zu den Blechflächen laufen. Bei einem Paar Prüfumspannern für 2 × 750 kV haben Brown, Boveri & Cie. (BBC) nur die Wicklungen in ein Ölbad gelegt, die übrigen Teile in Luft gelassen.

Sehr wichtig ist auch die gute Kühlung der Räume, in denen die Umspanner stehen; ihre Fußböden sollen Schotterpolster haben, in denen ausgelaufenes Öl schnell versickert, damit keine Ölbrände entstehen können.

Die Höhe der Leistung von Umspannern ist vorläufig nur durch die Versandschwierigkeiten begrenzt, da sich Schwierigkeiten im mechanischen Aufbau durch geeignete Versteifungen stets bewältigen lassen. Gegen Eisenbrand muß man die Kerne der großen Umspanner mittels Einlagen aus Preßspan oder getränktem Holz unterteilen; Ladungen der Eisenbleche von Hochspannungs-Umspannern leitet man durch Erdungen ab.

In Prüffeldern findet man des öfteren Umspanner für 1 Mill. V[4]), wobei man mehrere Umspanner in der Staffelschaltung nach Dessauer, Abb. 7, hintereinanderschaltet; in der kalifornischen Stanton-Universität hat man mit Hilfe von zwei derartigen Gruppen mit je drei Umspannern 2,1 Mill. V erreicht, in der Transformatorenfabrik Pittsfield der GEC sogar 3,6 Mill. V. Neuerdings ist man bestrebt, die hohen Spannungen mit möglichst wenig Umspannern zu erreichen, weil die hintereinander geschaltete Gruppe die Energie zu stark dämpft.

Für hohe Spannungen ist einwandfreies Öl in den Umspannern unerläßlich[5]). Man kocht es in Luftleere aus, saugt den Wasserdampf ab und preßt es dann durch ein Papierfilter oder befreit es von Wasser und Schmutz, indem man es elektrisch anwärmt und schleudert. Vollständig wieder aufbereiten kann man das Öl mittels Fullererde oder Floridin[6]).

Die Wicklungen der Umspanner aus kreisrunden Spulen mit vollen Metallringen an der Einführung werden axial kräftig, aber federnd zusammengepreßt. Bei den großen Umspannern der SSW kann man die Bolzen von außerhalb des Kessels nachstellen; die der Skodawerke stellen sich von selbst nach. Mittels Abstand haltender Isolationszylinder oder Hartpapierumpressungen, Abb. 8, stützt man die Spulen druckfest ab, oder man macht die Spulen selbst durch geeignete Behandlung hart.

Die Hochspannungs-Durchführungen[7]) bestehen aus Porzellanhülsen, die mit Luft, Öl oder eingeschmolzenen konzentrischen Porzellanröhren gefüllt

Abb. 9
Ölgefüllte Durchführung für 110 kV von Westinghouse.
a Porzellankörper
b Micarta-Rohre
c Öl-Ausdehnungsgefäß

Abb. 10
Kondensator-durchführung ins Freie der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget (ASEA) für 130 kV

sind. Abb. 9 zeigt eine ölgefüllte Durchführung für 110 kV von Westinghouse, mit eingebauten Micarta-Rohren, Abb. 10 eine Kondensator-Durchführung für 130 kV der ASEA aus Hartpapierhülsen mit Stannioleinlagen. Für die Verwendung im Freien versieht man die Hartpapier-Durchführungen häufig mit einem Porzellanüberzug. Für Spannungen bis 30 kV verwendet die GEC keine Durchführungen, sondern baut einfache Kabelendverschlüsse an die Umspanner.

Die Ölbehälter (Ölkonservatoren) auf den Umspannern, vergl. Abb. 2, dienen dazu, das Eindringen feuchter Luft in die Umspanner und das Oxydieren des warmen Öles an der Oberfläche zu verhindern; häufig haben sie angebaute Chlorkalziumgefäße zum Trocknen der Luft, die beim Schwanken der Öltemperatur „eingeatmet" wird. Bei Ölumlaufkühlung in lotrechten wassergekühlten Gegenstromapparaten oder Füllung der Umspanner mit Stickstoff nach dem Vorbild von Westinghouse können die Ölbehälter wegfallen.

Zur Begrenzung der Kurzschlußströme macht man in Umspannern, namentlich in denen für Kraftwerke, deren Kurzschlußspannung 10 bis 15 vH beträgt, wie in den Synchron-Stromerzeugern, die Streureaktanz groß; die Umspanner von Einankerumformern können 15 bis 30 vH Reaktanzspannung erhalten.

Abb. 8
Umspannerspule der Elin mit Hartpapierumpressung.

[4]) Z. Bd. 68 (1924) S. 613.
[5]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 809 u. 855, Bd. 71 (1927) S. 1391.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 102.
[7]) Vergl. ETZ Bd. 48 (1927) S. 1599.

Abb. 11
Schaltung eines einphasigen Umspanners von BBC mit drei Wicklungen für 15, 66 und 132 kV bei 16⅔ Hertz; Leistung 2 × 11 000 kVA. Erdung des Spannungsmittelpunktes der 66 kV-Seite über einen Widerstand; auf der 132 kV-Seite unmittelbare Erdung.

Umspanner mit drei Wicklungen

In jüngster Zeit haben sich die Umspanner mit drei Wicklungen öfter als vorteilhaft erwiesen. Neben den üblichen zwei Wicklungen ist eine dritte vorhanden, die, z. B. in Dreieck geschaltet, zum Ausgleich der bei großer Eiseninduktion unangenehm bemerkbaren höheren Harmonischen dient. Man kann die dritte Wicklung auch an eine Synchronmaschine zum Ausgleich der Phasenverschiebung in langen Leitungen anschließen oder unmittelbar strombeziehend oder stromliefernd an das Netz schalten; in diesem Fall werden die Verhältnisse allerdings besonders verwickelt.

Die Schweizerischen Bundesbahnen haben einen Umspanner mit drei Wicklungen für 2 × 11 000 kVA im Betrieb, in den zwei Netze von 66 und 132 kV Spannung Strom liefern; gespeist wird das Bahnstromnetz mit 15 kV. Da auch zwischen dem 66 kV-Netz und dem für 132 kV ein Ausgleich der Energie möglich sein muß, hat man an den normalen Zweikern-Umspanner einen unbewickelten Hilfskern zur Aufnahme des Streuflusses angebaut. Die Schaltung dieses Umspanners zeigt Abb. 11.

Regelung der Spannung

Infolge des Wachsens der Überlandnetze und des Zusammenschlusses großer Netze wird es immer schwieriger, die Spannung an allen wichtigen Stellen des Netzes gleichzuhalten. Regelung im Kraftwerk um ± 5 vH reicht dazu nicht mehr aus. Das billigste Mittel ist das Zu- und Abschalten von Windungen in den Umspannern mit Ölschaltern, die durch eine Nockenwelle in der richtigen Reihenfolge betätigt werden. Kunstschaltungen in der Unterteilung der Windungen ermöglichen, die Spannung um ± 10 vH zu regeln.

Weiterhin verwendet man Zusatzumspanner, die in Stern oder Dreieck umschaltbar sind und zu- oder gegengeschaltet werden.

Auch Drehumspanner dienen zur Spannungsreglung. Abb. 12 zeigt einen Drehumspanner mit Ölfüllung und Taschen zur Ölkühlung. Der doppelte Drehumspanner, Abb. 13, mit Luftkühlung dient gleichzeitig zum selbsttätigen Ausgleich der inneren und äußeren Phasenverschiebung. Vielfach regeln die Umspanner die Spannung selbsttätig in Verbindung mit einem Spannungsrelais.

Bei allen Umspannern empfiehlt sich der Einbau eines Temperaturanzeigers, der zu starke Erwärmung des Öles oder der Wicklungen anzeigt.

Abb. 13
Luftgekühlter doppelter Drehumspanner für 12 000 kVA Durchgangleistung, 1870 kVA innere Leistung; Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 12
Drehstrom-Drehumspanner der Westinghouse Co. zur Aufstellung im Freien.

Abb. 14
Einer der drei Ölschalter der General Electric Co. für 2 500 000 kVA Schaltleistung.

Abb. 15 und 16
Gaskugel und Ölkolben, die sich beim Ausschalten im Ölschalter bilden.

Abb. 17
Ölschalter mit Löschkammern, Bauart Emag, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Frankfurt a. M.

a isolierte Schaltstange
b isolierte Löschkammer
c isolierter Aufsatz
d isolierende Auskleidung
e aufsteigende Gasblasen

Abb. 18
Ölschalter mit Löschkammern, Bauart GEC.

a Kessel
b isolierende Auskleidung des Kessels
c Dichtung
d Durchführung
e Flansch
f Klemme
g Deckel
h Schaltstangenführung
i Brücke
k Kontaktstift
l Kontaktstulpe
m Stromleitung
n Löschkammer
o Isolierrohr
p Stab-Stromwandler

Ölschalter

Ölschalter baut man für Betriebspannungen bis 237 kV und Abschaltleistungen bis 750 000 kVA, in Amerika sogar bis 2 500 000 kVA, Abb. 14, wobei der Abschaltstrom mit der vollen Spannung gerechnet wird. Beim Ausschalten entsteht an den Kontakten ein Funke, durch den das Öl verdampft und sich zersetzt. Es bildet sich eine Gaskugel, Abb. 15 und 16, deren Halbmesser r im ungünstigsten Fall, also bei $\cos\varphi = 0$, den Wert

$$r \approx 2{,}8 \sqrt[3]{E\,I\,t}\ \text{cm} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

erreicht.

E bedeutet die Abschaltspannung in kV,
I den Strom in A und
t die Abschaltzeit in s.

Die Abschaltzeit sucht man durch hohe Schaltgeschwindigkeiten und Einbau von Löschkammern kleinzuhalten.

Die Gaskugel treibt einen Ölkolben vor sich her, der zunächst die Luft oben im Kessel verdrängt und dann gegen den Deckel schlägt. Der Ölkessel muß dem entstehenden Überdruck gewachsen sein, darf aber etwas nachgeben, damit keine gefährlichen Drücke entstehen. Das heiße Gas darf sich mit der Luft oben im Kessel nicht mischen, da sonst leicht Knallgas entsteht. Neuerdings bringt man deshalb besondere Gaskühler an oder führt Rohre vom Kessel ins Freie, durch die Öl, Gase und Rauch, manchmal auch Stichflammen, entweichen. Für die druckfesten Löschkammern, Abb. 17 und 18, in denen Drücke von 30 bis 40 at auftreten, wird als Vorteil angegeben, daß der Schaltfunke rasch erstickt wird, sowie daß die Gasblasen zerteilt aus der Löschkammer nach unten ins Öl entweichen und sich beim Hochsteigen im Öl abkühlen können. Der berechnete Halbmesser r soll wesentlich kleiner sein als der Ölstand über den festen Kontakten und die Abstände der Kontakte von der Kesselwand, die überdies mit zuverlässigem Isolierstoff auszukleiden ist. Auch zwischen die Kontakte der einzelnen Phasen legt man isolierende Trennwände, Abb. 19 bis 21. BBC bauen die Schaltkontakte kugelförmig und benutzen keine Löschkammern.

Mit der Schaltgeschwindigkeit geht man bis auf 12 m/s bei kräftiger Federauslösung und Schnellkontakten in Löschkammern. In Europa sind sechs bis zehn Unterbrechungen je Phase, Abb. 22, zur Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit üblich, während die amerikanischen Ingenieure auch bei 220 kV noch mit zwei Unterbrechungen je Phase auskommen.

Abb. 19 bis 21
Dreipoliger Ölschalter der SSW für 300 000 kVA Abschaltleistung. Auskleidung des Kessels und Trennwände zwischen den Kontakten aus Isolierstoff.

Abb. 22
Einpoliger Ölschalter für 110 kV von Voigt & Haeffner mit sechsfacher Unterbrechung.

Bei den Topfschaltern, Abb. 23, befindet sich, im Gegensatz zu den üblichen Kesselschaltern, jede der zwei Unterbrechungen je Phase in einem eigenen Öltopf mit Löschkammer und Schnellkontakt, so daß trotz sehr geringer Ölmenge Überschläge praktisch ausgeschlossen sind; oberhalb der Öltöpfe sind Gaskühlrohre angebracht.

Auf die Brücke zur Verbindung der verschiedenen Kontakte einer Phase übt der durchfließende Strom eine Kraft aus, die die Kontakte abzuheben, also den Schalter zu unterbrechen sucht. Mit Messerkontakten oder Magnetspulen, die die Kontakte zusammenziehen, Bauart BBC, kann man diese Gefahr bekämpfen. Die Skodawerke bauen Höchstspannungs-Ölschalter, bei denen an die Stelle der Auf- und Abbewegung eine Drehbewegung tritt.

Nicht nur das Ausschalten, auch das Einschalten muß rasch und sicher vor sich gehen, weswegen man die wichtigen Schalter mit elektrischer Fernsteuerung betätigt, und zwar mittels kräftiger einphasiger Kommutatormotoren und Schneckenübertragung oder mittels Gleichstrom-Hubmagnete und Zahnstangenübertragung. Zum Einschalten schwieriger Schalter dient ein Kraftspeicher.

Damit bei Freiluft-Schaltanlagen im Winter das Öl nicht erstarrt, baut man unten in die Ölschalter elektrische Heizkörper ein; man hat auch schon Spulen um die Schaltkessel gelegt, die sie induktiv heizen.

Vorkontakt-Widerstände in Öl haben beim Hängenbleiben des Schalters in der Zwischenstellung zu Explosionen Veranlassung gegeben. Bei zuverlässiger Ausführung, z. B. in der Bauart Bauerschmidt der AEG, wobei die Schutzwiderstände in den beiden Endstellungen spannungslos sind, sind sie aber wohl am Platz; in England und Amerika sind sie nicht üblich.

Die Durchführungen habe ich schon bei den Umspannern behandelt. Man läßt sie vielfach in der Luft schräg auseinandergehen, damit Überschläge vermieden werden, Abb. 18.

Es empfiehlt sich, die Zahl der wirklich wichtigen Schalter nach Möglichkeit zu beschränken und diese Schalter dafür um so zweckmäßiger zu bauen. Zwischen Stromerzeugern und Umspannern läßt man Ölschalter meist ganz fort.

Schaltanlagen

Höchstspannungs-Schaltanlagen baut man als Hallen- oder immer häufiger als Freiluft-Schaltanlagen, Abb. 24, weil man dadurch an Baukosten spart und keine Schwierigkeiten hat, etwa entstehenden Ölqualm und Gase abzuleiten. Die Bedienungsschalttafeln selbst beläßt man im Maschinenhaus und richtet sie für Fernsteuerung und Fernbeobachtung ein[8]). Die Schalttafeln für die Stromerzeuger und die für die Umspanner und Fernleitungen trennt man häufig in der Weise voneinander, daß man für die Stromerzeuger Schaltpulte, für die Umspanner und Fernleitungen Wandschalttafeln mit ausfahrbaren Schaltfeldern baut. In England verwendet man vielfach eisengepanzerte Schaltanlagen mit Öl- oder Isoliermassefüllung; bei Spannungen bis 60 kV legt man dabei Verbindungsleitungen, Meßwandler und Sammelschienen in ölgefülte Metallrinnen, wodurch man die ganze Anlage gut staubdicht abschließen und sehr gedrängt bauen kann.

Abb. 25
Thoma-Regler.

a Sammelschienen
b Stromerzeuger
c Feldregler
d Reglerwelle
e Servomotor
f Servomotorflügel
g Vorsteuerpumpe
h Hauptpumpe
i Druckleitungen
k Sicherheitsventil
l Steuerventil
m Steuerschieber
n Vorsteuerhülse
o Magnetanker

Abb. 26
Rückführung zum Thoma-Regler (Schnitt A B).

p Magnetkern
q Drosselschraube
r Blattfeder
s Ölbremse

Schnellregler

Für große Kraftwerke ist der Einbau eines Spannungs-Schnellreglers unerläßlich. Neben dem Tirillregler[9]), bei dem ein schwingender, von der Spannung beeinflußter Schalter einen großen Widerstand in der Nebenschluß-Erregung in rascher Folge kurzschließt und freigibt, hat neuerdings der hydraulische Thoma-Regler, Abb. 25 und 26, erfolgreich Eingang gefunden:

[8]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 394.
[9]) Hütte, 25. Aufl., 2. Bd. S. 988; ETZ Bd. 28 (1907) S. 1202, 1224, 1236 u. Bd. 45 (1924) S. 805; AEG-Mitt. 1921 S. 97 u. 1922 S. 126.

Abb. 23
Topf-Ölschalter der GEC mit Gaskühlrohren.
a Gaskühlrohre

Abb. 24
Freiluft-Schaltanlage des Umspannwerkes Wien-Nord mit drei Umspanngruppen für 54 000 kVA Gesamtleistung bei 100/28 kV.

Abb. 27
Differentialschutz mit Erdschluß-Schutzschaltung der SSW für einen Stromerzeuger. Die Pfeile bezeichnen den Stromverlauf, wenn nur ein Stromerzeuger auf das Netz arbeitet.

a Fehlerstelle (Erdschluß in einer Wicklung des Stromerzeugers) *b* Widerstand zwischen Nullpunkt des Stromerzeugers und Erde *c* Differential-Stromrelais *d* Erdschlußrelais

Ein Spannungsrelais verstellt die Zu- und Abfuhr des Drucköles zu einem Servomotor, der mit großer Kraft den Feldregler verstellt. Die Schnellregelung wird dadurch bewirkt, daß der Regler zuerst weit über seine Ruhelage hinausgeht und erst von einer nachgiebigen Rückführung mit umlaufender Ölpumpe wieder zurückgeführt wird. Eine hydraulische Vorsteuerung steigert die Regelgeschwindigkeit noch weiter, so daß selbst kleine Vorsteuerbewegungen kräftige Bewegungen des Hauptsteuerschiebers zur Folge haben. Es ist zweckmäßig, den Spannungsschnellregler mit einem Kurzschlußregler zu verbinden, der bei Überstrom oder Kurzschluß die Erregung so weit herabsetzt, daß im Netz nur wenig mehr als der Vollaststrom fließt.

Schutzeinrichtungen

Ununterbrochener störungsfreier Betrieb ist die Hauptforderung unsrer ausgedehnten Stromversorgungs-Anlagen. Die Überstromrelais sind deshalb so abzustufen, daß sie nur „selektiv" die Störungsstelle abschalten, das übrige Netz aber im Betrieb lassen. Das kann man mit der Abstufung der Auslösezeit allein, auch in Verbindung mit Richtungsrelais, nicht erzielen. Diese Aufgabe löst vor allem das Spannungsabfallrelais, das um so rascher ausschaltet, je größer der Spannungsabfall an der fraglichen Stelle ist, ferner das Impedanzrelais, das um so rascher auslöst, je größer der Überstrom und je größer der Spannungsabfall, also je näher die Störung ist.

Zur Vermeidung lang andauernder Unterbrechungen verbindet man in Umspann- und Schaltwerken die Überstromausschalter mit selbsttätigen Einrichtungen zum Wiedereinschalten, die nach einer einstellbaren Zeit die abgeschaltete Leitung dreimal wieder einschalten; wenn die Störung inzwischen behoben ist, bleibt

Abb. 28
Schaltbild des Löschumspanners der SSW.

a Löschumspanner *b* drei Spannungszeiger *c* Spannungsschreiber *d* Regeldrosselspulen *e* Hupe

die Leitung eingeschaltet; besteht die Störung weiter, so schaltet sie der Überstromausschalter wieder ab und die Wiedereinschalt-Vorrichtung schaltet nicht wieder ein.

Für innere Fehler in Stromerzeugern, Umspannern und Kabeln, wie Windungs- und Körperschluß, hat sich der Differentialschutz mit Erdschlußrelais, Abb. 27, bewährt. Für Ölumspanner und Ölschalter bedeutet der Buchholz-Schutz[10]), der durch das bei Erhitzung und Funkenbildung auftretende Gas betätigt wird, einen großen Fortschritt.

Die Bekämpfung der Überspannungen, namentlich der atmosphärischen Einflüsse in ausgedehnten Überlandnetzen, ist noch keineswegs vollständig gelungen. In gut ausgeführten Anlagen für 70 bis 260 kV verzichtet man heute meist auf jeden Überspannungsschutz außer der unmittelbaren Nullpunkterdung des Hochspannungteiles und der Erdung des Stromerzeuger-Nullpunktes über einen passenden Widerstand von rd. 100 Ohm. Es mag ausdrücklich betont werden, daß die Betriebsicherheit solcher „ungeschützten" Anlagen sicherlich nicht kleiner ist, als wenn man sie mit einer Anzahl zweifelhafter Schutzapparate ausrüstet.

Außer durch Nullpunkterdung macht man Isolatoren-Überschläge und Kabeldurchschläge durch Löschspulen im Nullpunkt oder durch die an beliebiger Stelle im Netz angebrachten Löschumspanner, Abb. 28, unschädlich. Mit Hilfe des Kathodenstrahlen-

Abb. 29
Bendmann-Überspannungsableiter.

a Hörnerfunkenstrecke mit Kugelkalotten, die den Entladeverzug verringern
b Ölschalterkessel
c Schaltkontaktmesser
d Schaltspule
e, f Dämpfungswiderstände

Oszillographen und des Klydonographen[11]) sucht man nach dem Vorgang Norrinders die atmosphärischen Störungen zu erforschen.

In Mittelspannungsanlagen benutzt man zur Ableitung statischer Ladungen Erddrosselspulen, zum Abflachen der steilen Stirn von Wanderwellen Leitungsdrosselspulen oder Kondensatoren parallel zur Leitung. Auch der Glimmschutz von Dr. Paul Meyer, der Oxydfilm-Ableiter der AEG und der Ventilableiter von Westinghouse dienen im wesentlichen zum Abflachen der Stirn von Wanderwellen; große Energiemengen können sie kaum ableiten. Zur Ableitung von Überspannungen dient im wesentlichen der Stern-Dreieck-Hörnerschutz mit Kugel-Elektroden, die den Entladeverzug verringern, in Verbindung mit in Öl liegenden Widerstandsgittern.

Beim Bendmann-Schutz, Abb. 29, werden die Hörner nach dem Ansprechen durch einen Ölschalter kurzgeschlossen und der Erdstrom dann auch unter Öl unterbrochen, während beim Hörnerableiter der SSW nach dem Ansprechen ein Widerstand eingeschaltet wird. Hochfrequenzstörungen bekämpft man durch eine Verbindung von Kondensatoren mit Widerständen oder im Pfiffnerschen Schwingungsbegrenzer[12]) durch eine Hauptfunkenstrecke mit Widerständen und in Reihe geschalteten Vielfachfunkenstrecken; zwischen die Vielfachfunkenstrecken und Erde sind Kondensatoren geschaltet.

[B 924]

---

[10]) Z. Bd. 71 (1917) S. 448.
[11]) Z. Bd. 68 (1924) S. 859, Bd. 71 (1927) S. 1013.
[12]) Gebaut von der Soc. Gén. des Condensateurs Electriques, Freiburg (Schweiz).

Die Anwendung kurzer elektromagnetischer Wellen in der Funktechnik

Von C. W. Kollatz †. Dem neuesten Stande angepaßt von Dr. F. Noack, Berlin-Schlachtensee

(Schluß von S. 892)

Der Kurzwellensender

Die Geräte zur Erzeugung und Aufnahme der kurzen elektromagnetischen Wellen unterscheiden sich grundsätzlich kaum von den im Rundfunk gebräuchlichen Einrichtungen. Aber sie sind infolge der geringen Wellenlänge in mancher Beziehung einfacher herzustellen, allerdings wegen der großen Empfindlichkeit schwieriger zu bedienen. Da für die Wellenlänge λ m die Formel gilt

$$\lambda = \frac{2\pi}{100}\sqrt{LC},$$

worin L (cm) die Selbstinduktion, C (cm) die Kapazität des Schwingungskreises bedeutet, nehmen diese beiden Größen bei kleiner werdender Wellenlänge sehr schnell ab. Man braucht also bei kurzen Wellen Induktionsspulen von sehr geringer Windungszahl (z. B. 3 bis 4) und Kondensatoren von geringer Kapazität. Die Spulen müssen ferner eine möglichst niedrige Eigenkapazität haben. Beim Bau der Spulen, Kondensatoren und sonstigen Einzelteile, sowie bei der Herstellung der Drahtverbindungen ist außerdem besondere Rücksicht darauf zu nehmen, daß jeder Möglichkeit von Energieverlusten, die infolge der sehr hohen Frequenz allzu leicht eintreten können, vorgebeugt wird. Bei der Bedienung des Geräts darf man zur Vermeidung von Kapazitätsänderungen den Körper oder auch nur die Hand nicht allzu sehr den Schwingungskreisen nähern. Die Einstellknöpfe usw. werden deshalb vielfach mit 30 bis 40 cm langen Handgriffen versehen.

Abb. 32
Kurzwellensender Nauen. Die Steuersender und der Hauptsender; Vorderansicht, geöffnet.

Zur Erzeugung kurzer Wellen dient fast ausschließlich der Röhrensender. Bei ihm gehen die elektromagnetischen Schwingungen von einer Kathodenröhre aus, die grundsätzlich genau so gebaut ist, wie die beim Rundfunkempfang verwendeten Röhren[23]). Tatsächlich können für kleine Röhrensender auch Empfangsröhren ohne weiteres als Senderöhren benutzt werden. Die Röhrensender können auf verschiedene Weise geschaltet und erregt werden. Hier soll die namentlich beim Liebhaber-Sendebetrieb vielfach angewandte Rückkopplungsschaltung nach Hartley, Abb. 29, und die sogenannte Gegentaktschaltung, Abb. 30, angegeben werden. Wichtig ist für den neuzeitlichen Kurzwellenverkehr die Konstanthaltung der Senderwellenlänge. Sie wird in der Regel dadurch bewirkt, daß ein Quarzkristall als Ausgangsschwingkreis gewählt (vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1722), und die von diesem mit angeschalteter Senderröhre erzeugten Schwingungen in mehrfacher Kaskade verstärkt werden, wobei in der Regel zugleich in den einzelnen Verstärkerstufen eine Frequenzvervielfachung und damit Wellenlängenerniedrigung vorgenommen wird, Abb. 31. Als Anodenspannung wird heute fast ausschließlich gleichgerichtete Wechselspannung benutzt; beim amtlichen Betrieb überhaupt, aber auch vielfach im Liebhaberbetrieb. Liebhaber verwenden allerdings auch heute noch gern die aus dem amtlichen Verkehr vollkommen verbannte unmittelbare Wechselspannung als Anodenspannung, wodurch modulierte Wellen ausgestrahlt werden, die im Empfänger einen nicht immer guten Ton geben.

[23]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1243.

Abb. 30
Gegentaktschaltung für Sender.

Abb. 29 (links)
Rückkopplungsschaltung nach Hartley für Sender und Empfänger.

Abb. 31. Kristallgesteuerter Kurzwellensender mit 5 Stufen.

Abb. 33
Inneres der Kurzwellenanlage KDVA, Pittsburg.

Sender der oben besprochenen Art werden immerhin reichlich verwickelt, wie der Kurzwellensender, Abb. 32 (geöffnet), in Nauen und die in Abb. 33 dargestellte Schar von Kurzwellensendern in der Station Pittsburg zeigt.

Man verwendet zur Erhöhung der Betriebsicherheit im amtlichen Verkehr Sender von nicht unter 10 kW Leistung, mit wassergekühlten Senderöhren, Abb. 34. Für Liebhaberzwecke genügen Sender von einigen Watt Leistung. Abb. 35 zeigt die Liebhaberfunkstelle Schlachtensee des Funktechnischen Vereins Berlin mit ihren verschiedenen Antennen und Abb. 36 den zu ihr gehörigen 200 W leistenden Sender für Wellen von 20 m Wellenlänge an aufwärts.

Abb. 34 (rechts)
Wassergekühlte Senderöhre.
a Kühlwasserleitung

Kurzwellenempfänger

Für den Empfang kurzer Wellen eignen sich einfache Rundfunkempfänger, die etwa mit einer Empfangsröhre und ein oder zwei Niederfrequenzverstärkern ausgerüstet sind, recht gut, doch ist ihr Wirkungsgrad nicht der allerbeste. Um das Empfangsgerät für den Kurzwellenbetrieb besonders geeignet zu machen, muß man die oben gegebenen Regeln hinsichtlich der Kapazität und der Selbstinduktion beachten, also die Spulen klein und, ebenso wie die Kondensatoren, möglichst verlustfrei machen, wie den Empfänger der Liebhaberfunkstelle Schlachtensee mit den freitragenden verlustarmen Spulen, Abb. 37. Für die Möglichkeit der Feineinstellung der Abstimmittel ist in weitem Maße zu sorgen. Rückkopplung, namentlich kapazitive nach Leithäuser-Reinartz, Abb. 37 und 38, Spulen etwa 25 Windungen, ist sehr zu empfehlen. Auch der Zwischenfrequenzempfang (Superheterodyne) ist gut verwendbar. Einige Schwierigkeiten bereitet beim Empfang kurzer Wellen die Hochfrequenzverstärkung, da hier die bei langen und mittleren Wellen übliche Widerstands- oder Drosselkopplung einen zu geringen Verstärkungsgrad und sonstige Nachteile ergibt. Recht gut hat sich die Hochfrequenzverstärkung in der Neutrodyneschaltung bewährt. Abb. 39 zeigt einen Kurzwellen-Neutrodynempfänger der Radio-Corporation of America mit vier Röhren-

Abb. 35
Liebhaberfunkstelle Schlachtensee des Funktechnischen Vereins, Berlin.

Abb. 36
200 W-Liebhabersender, Schlachtensee.

Abb. 37
Kapazitive Rückkopplung nach Leithäuser-Reinartz.

Auch die Hochfrequenz-Gegentaktform hat sich, weil besonders für den vorliegenden Zweck geeignet, eingeführt.

Für den regelmäßigen Kurzwellenempfang auf große Entfernungen wie z. B. Nauen-Buenos Aires werden in der Hauptsache Zwischenfrequenzempfänger benutzt. Doch hat sich auch hierfür noch keine feste Empfängerform herausgebildet, zumal auch der Interferenzempfang bei den kurzen Wellen nicht einfach ist.

Messungen der Feldstärke.

Eine einwandfreie Prüfung der über die Fortpflanzung der Kurzwellen aufgestellten Theorien ist naturgemäß nur dadurch möglich, daß man gleichzeitig an verschiedenen Punkten der Erde und des Raumes die jeweilige Feldstärke der Wellen mißt. Ob die für den Bereich der Rundfunkwellen gebräuchlichen Verfahren (Anders)[24]) für die Kurzwellen geeignet sind, ist fraglich. Doch wird nach einem der von Anders erwähnten Verfahren eine Messung, wenigstens zunächst der Bodenstrahlung, von Heinze und Noack versucht. Genauere Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Praktische Bedeutung des Kurzwellenbetriebes.

Obwohl die Bedingungen des Kurzwellenbetriebes noch nicht vollständig theoretisch geklärt sind und es noch zahlreicher Untersuchungen bedürfen wird, um die für die verschiedenen Fälle geeignetsten Wellenlängen zu ermitteln, kann man doch mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussehen, daß er mindestens dazu berufen sein wird, den Funkverkehr auf langen und mittleren Wellen zu ergänzen, allmählich vielleicht sogar ganz zu verdrängen.

Im Rundfunk arbeiten bereits die Kurzwellensender der Philips-Gesellschaft in Holland, die Sender Schenectady und Pittsburg, andere Sender sind im Bau und der Kurzwellenverkehr der deutschen und ausländischen Funkfreunde nimmt von Tag zu Tag an Umfang zu.

[24]) El. Nachr.-Techn. Bd. 2 (1925) S. 401 und Jahrb. f. drahtl. Tel. Bd. 28 (1926) S. 91.

Abb. 38
Liebhaberempfänger nach Leithäuser-Heinze mit verlustarmen Spulen, Liebhaberfunkstelle Schlachtensee des Funktechnischen Vereins, Berlin.

Gleichwohl scheint die praktische Bedeutung der kurzen Welle weniger auf dem Gebiete des Rundfunks als auf dem des regelmäßigen Weitverkehrs zu liegen. Die Möglichkeit, zahlreiche Sender innerhalb eines schmalen Wellenbandes arbeiten zu lassen, ist zwar für die weitere Verbreitung des Rundfunks günstig, doch bietet die Bedienung des Kurzwellengeräts für den Nichtfachmann, dem es nur auf die Rundfunkdarbietungen, aber nicht auf die Technik ankommt, allzu große Schwierigkeiten. Auch die sich bei der Anwendung kurzer Wellen ergebende Ersparnis an Energie fällt beim Rundfunkbetriebe weniger ins Gewicht.

Im regelmäßigen telegraphischen und vielleicht auch telephonischen Verkehr auf große Entfernungen sind aber die Vorteile der kurzen Wellen gegenüber den langen und mittleren Funkwellen doch zu erheblich, als daß die Fernmeldetechnik sie ungenutzt lassen könnte. Die intensiven Kurzwellenversuche von Meißner in Nauen und Esau in Jena (5 m!) lassen zwar gleichfalls noch keine festen Schlüsse auf die jeweils günstigste Wellenlänge zu, haben aber doch einwandfrei erwiesen, daß Wellen unter 40 m Länge auf große Entfernungen (z. B. Nauen–Buenos Aires 12 000 km, Nauen–Bandoeng auf Java 11 000 km und Nauen–Osaka, Japan, 9000 km) sehr gute Lautstärken bei der verhältnismäßig geringen Energie von etwa 20 bis 50 kW, also weit weniger als einem Zehntel der beim Langwellenverkehr aufzuwendenden Energie, ergeben.

Abb. 39
Kurzwellen-Neutrodynempfänger mit vier Röhren der Radio Corp. of America.

Zunächst wurden diese günstigen Ergebnisse nur dann erzielt, wenn an beiden miteinander in Verkehr stehenden Orten Dunkelheit herrschte, später gelang es aber, auch während der Tagesstunden einwandfreie Verständigung herzustellen. Beim Betrieb mit Wellen von 18 bis 26 m Länge waren die sonst den Funkverkehr auf große Entfernungen so sehr beeinträchtigenden atmosphärischen Störungen überraschend gering. Besonders vorteilhaft scheint der Kurzwellenverkehr auch für die immer mehr an Bedeutung gewinnende Schnelltelegraphie zu sein, da die ungemein hohe Frequenz und das Ausbleiben atmosphärischer Störungen eine schnelle Zeichenfolge ermöglichen. Belangreich ist, daß gerade die deutsche Technik in dieser Beziehung hervorragende Erfolge aufzuweisen hat. Denn vor einiger Zeit hat Prof. Otrumoff vom staatlichen Funklaboratorium in Nischni-Nowgorod festgestellt, daß der Nauener Kurzwellensender der einzige sei, der gut mit Wheatstone-Schnellschreiber dort aufgenommen werden könne.

Auch für drahtlose Bildtelegraphie soll sich nach Versuchen, die von der Firma „Telefunken" angestellt wurden und noch im Gange sind, der Kurzwellenbetrieb besonders gut eignen.

Nicht unerwähnt dürfen die Aussichten bleiben, die sich aus den Versuchen ergeben, die Esau in den letzten Jahren vorgenommen hat. Hierbei zeigten sich sehr bemerkenswerte physiologische Einwirkungen des elektrischen Feldes von Kurzwellen auf Lebewesen. Esau stellte fest, daß Mäuse zwischen Kondensatorplatten eines

Schwingkreises höchster Frequenz verenden. Je mehr es gelingt, immer kürzere Wellen zu erzeugen, desto mehr nähern wir uns offenbar einem Bereich elektromagnetischer Wellen, die wir als „Todesstrahlen“ bezeichnen können. Ob auf diesem Wege vielleicht auch ein Aufschluß über metaphysische Probleme (Suggestion, Telepathie usw.) möglich sein wird, ist heute noch nicht zu übersehen. In der Hauptsache dürfte sich die Wissenschaft vorerst nur der Erforschung der Ausbreitung der Kurzwellen und ihrer Verwendbarkeit für die Nachrichtenübermittlung widmen.

Zusammenfassend kann man jedenfalls sagen, daß der Kurzwellenbetrieb wahrscheinlich berufen sein wird, im Weitverkehr binnen kurzem eine sehr wichtige Rolle zu spielen. Wegen der erheblich geringeren Anlage- und Betriebskosten werden für die Folge statt neuer Großfunkstellen für Langwellenverkehr solche für kurze Wellen gebaut werden, wenn es gelingt, mit diesen einen praktisch störungslosen, am Tage wie in der Nacht gleich zuverlässigen Dauerbetrieb zu erreichen. Mit Spannung erwarten die Fachleute der Fernmeldetechnik deshalb das Ergebnis des Betriebes der vor einiger Zeit eröffneten britischen „Strahlfunkstellen“, die, wie bereits erwähnt, mit gerichteten kurzen Wellen arbeiten. Vielleicht ist auf diesem Wege, der auch von der Telefunkengesellschaft (Meißner) eingehend geprüft wird, die Lösung dieser wichtigen Aufgabe zu erwarten. [B 1222]

Der Webstuhlantrieb

Von Direktor Ing. R. I. Spinka, Dornbirn, Vorarlberg

Die in der Weberei gebräuchlichen Antriebarten werden verglichen und kritisch betrachtet. An der Hand von Drehzahlkurven werden Haupt-, Gruppen- und Einzelantrieb erläutert. Bei Einzelantrieb wird eine Mehrleistung des Webstuhles durch Dämpfung der Drehzahlschwankungen erreicht; dabei ist der Spannrollenmotor noch günstiger als der Zahnradmotor.

Der Antrieb beeinflußt nicht nur die Lebensdauer eines Webstuhles, sondern auch seine Leistung und die Güte der angefertigten Gewebe. Allgemein unterscheidet man drei Arten des Antriebes: Hauptantrieb, Gruppenantrieb und elektrischen Einzelantrieb. Die Eignung dieser Antriebarten für Webstühle soll an dem Beispiel einer kürzlich eingerichteten Weberei dargelegt werden. Als Kraftmaschine kommt nur der Elektromotor in Frage. Alle hier wiedergegebenen Drehzahlen sind am selben Webstuhl unter den gleichen Bedingungen aufgenommen worden.

Hauptantriebe

Die in einem Bau mit Sägendach aufgestellten Webstühle brauchen zusammen 130 kW. Die Transmission kann parallel oder senkrecht zu ihnen verlegt werden. Bei senkrechter Anordnung spart man an Wellen. Im vorliegenden Falle waren rd. 800 m Wellen und rd. 4000 m Riemen erforderlich. Legt man aber die Transmission im Winkel zu den Webstuhlachsen, so muß man mit den Nachteilen des Halbkreuztriebes rechnen.

Die über den Webstühlen liegende Transmission und die Riemen beschränken das in einer Weberei so unentbehrliche Licht und steigern die Gefahr, daß Öl auf die Gewebe tropft. Diesen Mängeln könnte man dadurch begegnen, daß man die Transmission unter den Boden des Websaales verlegt. Die Unterkellerung des Fabrikbaues bedeutet aber doppelte Baukosten. Außerdem führen die Riemenantriebe im Winter so viel kalte Luft aus dem Keller in die Websäle, daß die Keller geheizt werden müßten.

Um die Wirkung des Hauptantriebes auf den Webstuhl zu untersuchen, haben wir die Schwankungen der Drehzahlen mit Hilfe eines Schreibtachometers aufgenommen, Abb. 1. Während der Antriebmotor noch ohne Schwankungen läuft, dreht sich die Haupttransmission schon etwas unruhig und die Wellenstränge 1 und 7 schwanken stark. Damit ist eine außerordentliche Ungleichförmigkeit der Drehzahl des Webstuhles verbunden, wie die Linien e und g in Abb. 1 zeigen. Die Ursache liegt in den bewegten Massen des Webstuhls; er gibt diese Schwankungen an die Transmission weiter, wo sich die Schwankungen aller angetriebenen Maschinen addieren.

Abb. 1
Schwankungen der Drehzahlen beim Hauptantrieb.

a Zeitlinie
b Schwankungen bei der Drehzahl des Hauptmotors mit Spannwelle bei 742 Uml./min
c Schwankungen der Haupttransmission bei 322 Uml./min
d „ des Wellenstranges 1 bei 281 Uml./min
e „ eines vom Strang 1 angetriebenen Webstuhls bei 143 Uml./min
f „ des Stranges 7 bei 280 Uml./min
g „ eines vom Strang 7 angetriebenen Webstuhls bei 125 Uml./min

Abb. 2
Gruppenantrieb

a Zeitlinie
b Drehzahlen der Gruppentransmission
c Drehzahlen des Webstuhls bei 162 Uml./min

Gruppenantrieb

Eine Verbesserung gegenüber dem Hauptantrieb erzielt man durch Gruppenantrieb, bei dem die schwere Haupttransmission mit dem Vielseilantrieb wegfällt. Teilt man die Webstühle in 6 Gruppen, die je durch Motoren von 22 kW angetrieben werden, und legt die Transmission zu den Webstuhlachsen parallel, so braucht man im ganzen 1150 m Wellenlänge.

Die Wirkung des Gruppenantriebes auf den Webstuhl zeigt Abb. 2. Die Geschwindigkeit des Webstuhls zeigt dasselbe Bild wie beim Hauptantrieb; auch die Drehzahl der Antriebwellen schwankt stark.

Elektrischer Einzelantrieb

Für den Webstuhlantrieb werden Sondermotoren gebaut, die ein hohes Anzugmoment haben. Bei Zahnradantrieb wird auf der Achse des Webstuhls ein mit dieser durch eine Rutschkupplung verbundenes größeres Zahnrad angebracht. Die Kupplung soll bei großen Beanspruchungen ausgleichend wirken, da bei starrer Verbindung des Zahnrades mit der Achse des Webstuhles der Webstuhlschild oder andre Teile brechen können. Der

Motor ist auf einem gußeisernen Bock, Abb. 3, gelagert und treibt mittels eines Ritzels das große Rad an. Das gesamte Gewicht einer solchen Ausführung beträgt 80 bis 90 kg.

Aus Abb. 4 geht hervor, daß das Rädervorgelege die Schwankungen der Drehzahl des Webstuhles in stärkerem Maß als bei Hauptantrieb oder Gruppenantrieb abdämpft. Dies macht es oft möglich, die Drehzahl und Leistung des Webstuhles bis um 10 vH zu erhöhen, abgesehen davon, daß die geringeren Schwankungen die Zahl der Fadenbrüche vermindern. Dagegen werden die Schwankungen scheinbar durch die starre Verbindung von Webstuhl und Motor viel stärker auf den Motor übertragen.

Abb. 3
Zahnradmotor.

Abb. 4
Einzelantrieb mittels Zahnrädergetriebe.

a Zeitlinie
b Drehzahlen des Zahnradmotors
c Drehzahlen des Webstuhls bei 154 Uml./min

Abb. 5
Wippmotor.

Abb. 6
Wippmotor mit Spannrolle.

Abb. 7
Spannrollenmotor.

Abb. 5 bis 7
Motoranordnung für den Einzelantrieb.

Eine nachgiebigere Verbindung zwischen Webstuhl und Motor schafft der Riemen. Am einfachsten ist es, den Motor auf Spannschienen zu setzen. Der Riemen dehnt sich aber bald im Betrieb, so daß er zu oft nachgespannt werden muß. Diesem Übelstand hilft der sogenannte Wippmotor, Abb. 5, ab. Der Motor ist pendelnd aufgehängt und hält den Riemen mittels einer Zug- oder Druckfeder gespannt. Bei zu hoher Beanspruchung des Motors gibt die Feder nach und der Riemen schlüpft. Die Schwankungen in der Drehzahl des Webstuhls werden aber nicht gedämpft. Verbindet man den Wippmotor mit einer Spannrolle, Abb. 6, so verdirbt die Wippe das, was die Spannrolle gut macht.

Abb. 8
Mit Spannrollenmotor angetriebene Webstühle.

Am besten scheint daher die Lösung mit Hilfe einer Spannrolle, Abb. 7 und 8. Mit wachsendem Kraftbedarf wird der Durchzug des Riemens auch besser und der nachgiebige Riemen verhindert auch etwaige Bruchschäden am Webstuhl. Außerdem ist diese Übertragung billiger als die mit Zahnrädern. Der Motor mit Spannrolle wiegt nur halb soviel, was bei 500 Webstühlen eine Gewichtersparnis von rd. 20 t bedeutet.

Die Gleichförmigkeit der Webstuhldrehzahlen, Abb. 9, ist wohl nicht ganz so gut, wie bei Zahnräderantrieb, dagegen läuft der Motor viel ruhiger, wodurch er geschont wird.

Abb. 9
Einzelantrieb mittels Spannrollengetriebes.

a Zeitlinien
b Drehzahlen des Spannrollenmotors
c Drehzahlen des Webstuhls bei 170 Uml./min

Zusammenfassung

Die Versuche zeigen, daß die Drehzahlen der Webstühle bei Haupt- und bei Gruppenantrieb starke Schwankungen aufweisen, so daß die bewegten Massen des Webstuhls der Erhöhung der Drehzahl bald eine Grenze setzen. Bei elektrischem Einzelantrieb werden diese Schwankungen gedämpft, und man kann daher oft die Drehzahl bis um 10 vH erhöhen. Dabei ist der Antrieb mittels Riemens und Spannrolle besser, als mittels Zahnrädergetriebe, da er die Schwankungen der Drehzahl bei Webstuhl und Motor dämpft und gleichzeitig billiger ist. [B 1026]

Zur Entwicklung des hochwertigen Baustahles

Von Hüttendirektor Dr. rer. techn. h. c. Dr.-Ing. E. h. Koppenberg, Riesa

Nickelstahl — Reiner Kohlenstoffstahl — Schwach silizierter Kohlenstoffstahl — Flußstahl St 48 — Siliziumstahl

Das normale Flußeisen, jetzt St 37 genannt, hatte gegen Ende der 90er Jahre das frühere Schweißeisen nahezu vollständig verdrängt und genügte fast für alle in Betracht kommenden Bauwerke des Eisenhoch- und Brückenbaues. Der Werkstoff wurde zunächst in der Birne, und zwar anfangs auf saure, dann auf basische Art, später in größerem Maß im Siemens-Martin-Ofen erschmolzen. Die Bruchfestigkeit war mit 37 bis 45 kg/mm² festgesetzt, die Dehnung lag zwischen 20 und 25 vH. Der Werkstoff erwies sich sowohl einfach in der Herstellung als auch betriebsicher und wirtschaftlich in der Anwendung. Mit der immer mehr zunehmenden Spannweite der Brücken und der damit verbundenen Forderung nach einem günstigen Verhältnis zwischen Eigengewicht und Nutzlast setzten von Anfang dieses Jahrhunderts ab die Bestrebungen nach einem qualitativ überlegenen und wirtschaftlich besseren Baustahl ein.

Gleichzeitig mit diesen Bestrebungen der Hüttenleute und Eisenbauer wurde der wissenschaftlichen Erforschung des Werkstoffes ein erhöhtes Augenmerk geschenkt; man erkannte mehr und mehr die statisch wichtige Bedeutung der Streckgrenze (der man früher wegen der nicht einfachen Bestimmung und mangels ausreichender Erfahrungen in ihrem Verhältnis zur Bruchfestigkeit wenig Beachtung gewidmet hatte). Infolgedessen ist die Streckgrenze als Kennzeichen der Materialgüte auch erst seit einigen Jahren eingeführt. Für St 37 liegt sie im Mittel bei 24 kg/mm².

Nickelstahl

Die Versuche zur Einführung eines hochwertigen Baustoffes führten zunächst zu der Verwendung von legiertem Werkstoff, und zwar Nickelstahl[1]); die ersten Ausführungen finden sich in Amerika. Es wurde Siemens-Martin-Stahl verwendet mit einer Festigkeit zwischen 60 und 70 kg/mm², einer Streckgrenze von 34 bis 39 kg/mm² und einer Dehnung, die je nach der Festigkeit zwischen 19 und 15 vH schwankte. Der Werkstoff selbst, ein Stahl von hohem Kohlenstoffgehalt, hatte ungefähr die Zusammensetzung: 0,4 vH C (Höchstwert), 0,6 vH Mn, 0,1 vH Si, 3,25 vH Ni, 0,06 vH P, 0,05 vH S.

Man ging in der Anwendung des neuen Baustahles insofern vorsichtig vor, als man zunächst nur einzelne Hauptteile aus diesem Werkstoff anfertigte. Hierzu sei auf die 1903 erbaute Blackwell Island-Brücke mit einer größten Spannweite von 326 m und 47 800 t Gesamtgewicht verwiesen, bei der die Hauptzuggurte und Augenstäbe mit rd. 5450 t in Nickelstahl hergestellt waren. Die 1909 dem Betrieb übergebene Manhattan-Brücke mit 448 m größter Spannweite enthielt bei 44 300 t Gesamtgewicht bereits 8160 t Nickelstahlanteil. Erst die St. Lawrence-Brücke bei Quebec mit 535 m größter Spannweite war das erste großzügige Bauwerk in Nickelstahl mit 47 200 t bei 65 300 t Gesamtgewicht. Als zulässige Beanspruchung wurden bis zu 2800 kg/cm² zugrundegelegt.

In Deutschland wurde zum erstenmal nickellegierter Siemens-Martin-Stahl im Jahre 1908 von der Gute-Hoffnungs-Hütte vorgeschlagen; die ersten von ihr ausgeführten Brücken dieser Art, und zwar eine Eisenbahnbrücke bei Oberhausen von 31,5 m Stützweite[2]) eine Schwebefähre über den Hafen der Kaiserlichen Werft in Kiel mit 118 m Stützweite[3]) und eine Hüttenbahnbrücke über den Rhein-Herne-Kanal von 61 m Stützweite wurden im darauffolgenden Jahre dem Betrieb übergeben. Andre Werke, wie Krupp und die MAN, schlossen sich diesem Vorgehen an. Der Werkstoff hatte mit einem Nickelgehalt von 2 bis 2,6 vH eine Bruchfestigkeit von 56 bis 65 kg/mm²; die unteren Werte der Streckgrenze und der Dehnung betrugen 35 kg/mm² und 18 vH. Die zulässige Beanspruchung konnte hierbei um 60 vH höher gewählt werden als die des gewöhnlichen Flußeisens.

In größerem Maße verwendete man den legierten Werkstoff bei der zweiten festen Straßenbrücke über den Rhein bei Köln[4]), die mit 184 m Spannweite die größte Nickelstahlbrücke Deutschlands ist, und deren Material Thyssen geliefert hat. In dem Gesamtgewicht von rd. 8300 t sind 5570 t legierter Stahl vorhanden, und zwar für Versteifungsträger, Querträger, Verankerung und Ketten. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde ein Teil des teuren Nickels durch das billigere Chrom ersetzt, so daß mit nur 0,8 bis 1,1 vH Ni eine Festigkeit von 55 bis 65 kg/mm², eine Streckgrenze von 35 kg/mm², eine Dehnung von 18 vH und eine Einschnürung von 40 vH erreicht wurde. Die zulässige Beanspruchung wurde bei den Versteifungsträgern um 50 vH, bei den Ketten um 60 vH höher als bei Flußeisen genommen.

Die anfängliche Begeisterung für legierten Nickelstahl ließ aber mehr und mehr nach. Der Hauptgrund für die zurückgehende Verwendung liegt in dem zu hohen Preise; man wandte sich deshalb sowohl in Amerika als auch später in Deutschland den höher gekohlten Stählen zu. Bemerkenswert ist die im Jahre 1914 fertiggestellte Brücke über den Nordostsee-Kanal bei Hochdonn, bei der der Erbauer Dr. Voß einen Kohlenstoffstahl von 44 bis 51 kg/mm² Festigkeit, 30 kg/mm² Streckgrenze und 20 vH Dehnung anwandte.

Reiner Kohlenstoffstahl

Die 1913/14 namentlich von Haberkalt, Wien, angestellten Vergleichsversuche mit hochwertigen Kohlenstoffstählen zeigten, daß diese dem legierten Stahl mit 1,4 bis 2,5 vH Ni in bezug auf die physikalischen Eigenschaften nicht nachstanden und daß auch bei derartigen Kohlenstoffstählen eine bis zu etwa 40 vH höhere Beanspruchung gegenüber Flußeisen in Vorschlag gebracht werden kann. Ein kennzeichnendes Anwendungsbeispiel des höher gekohlten Stahles in Amerika bildet die Brücke über das Hellgate bei New York[5]) mit ihrem Gesamtgewicht von 18 000 t. Hier wurde ein Werkstoff mit 0,27 bis 0,34 vH C, 0,52 bis 0,64 vH Mn bei einer Bruchfestigkeit von 46 bis 54 kg/mm², einer Streckgrenze von 27 kg/mm² und einer Mindestdehnung von 18 vH gewählt. Als zulässig werden rd. 1700 kg/cm² zugrundegelegt.

Schwach silizierter Kohlenstoffstahl

Auf diesen reinen Kohlenstoffstahl folgte dann in Amerika der sogenannte High-Silicon-Steel, d. h. ein normaler, schwach silizierter Stahl mit im Mittel 0,25 bis 0,28 vH Si. Je nach Verwendungszweck und Profil oder Blechdicke zeigt der Werkstoff folgende Analyse und Eigenschaften: 0,32 bis 0,40 vH C, 1,2 bis 1 vH Mn, 0,2 bis 0,4 vH Si, bis zu 0,04 vH P, bis zu 0,05 vH S; Bruchfestigkeit 56 bis 64 kg/mm², untere Lage der Streckgrenze 32 kg/mm², Bruchdehnung 18 bis 21 vH.

Dieser höher gekohlte Werkstoff wurde hergestellt in der ausgesprochenen Absicht, eine größere Bruchfestigkeit zu erreichen, womit gleichzeitig eine Erhöhung der Streckgrenze verbunden war. Für die ersten im Jahre 1915 bis 1917 gebauten Brücken dieser Art ist ein Werkstoff von 56 bis 57 kg/mm² Festigkeit und nur 17 vH Dehnung verwendet worden, der hierbei eine Streckgrenze von rd. 32 kg/mm² aufweist (Metropolis-Brücke über den Ohio und Cincinnati-Brücke). Große Mengen dieses Stahles wurden fernerhin hergestellt für die Delaware-Brücke[6]) und insbesondere für die Hudson-Brücke[7]). Die als Kabelhängebrücke gebaute Delaware-Brücke mit einer Spannweite von 533 m in der Mittelöffnung hat ein Ge-

[1]) Z. Bd. 52 (1908) S. 321 u. f., Bd. 55 (1911) S. 101.
[2]) Z. Bd. 54 (1910) S. 1337.
[3]) Z. Bd. 55 (1911) S. 764 u. f.
[4]) Z. Bd. 64 (1920) S. 613 u. f.
[5]) Z. Bd. 59 (1915) S. 411.
[6]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1401, Bd. 71 (1927) S. 145 u. f.
[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1773.

samtgewicht von rd. 36 600 t. Bei der Hudsonbrücke sind insbesondere die Türme und die Fahrbahnträger mit zusammen 32 000 t aus High-Silicon-Steel angefertigt. Beide Brücken sind insofern bemerkenswert, als sie die vereinte Anwendung des billigeren silizierten Kohlenstoffstahls und des teuren höherhaltigen Nickelstahls zeigen.

Der hier kurz behandelte Entwicklungsgang zeigt die Bestrebungen zur Erlangung eines möglichst hochwertigen Baustoffes, der in erster Linie den Anforderungen der Brückenbauer entsprechen muß, der zugleich aber preislich Vorteile bietet. In Deutschland gab nicht zuletzt die wirtschaftliche Not nach dem unglücklichen Verlauf des Weltkrieges den Anlaß, einen hochwertigen Baustahl ohne Zugabe teurer Edelmetalle zu schaffen.

Flußstahl St 48

Im Jahre 1923 versuchte in enger Zusammenarbeit mit dem Versuchs- und Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Dresden das Werk Riesa der Mitteldeutschen Stahlwerke (damals Linke-Hofmann-Lauchhammer) die Erstellung eines hochwertigen, wirtschaftlichen Baustahles mit höherem C-Gehalt. Dieser Stahl, St 48 genannt[8]), hatte bei 0,25 bis 0,35 vH C und 0,5 bis 0,7 vH Mn eine Festigkeit von 48 bis 58 kg/mm², eine Streckgrenze von 29 bis 32 kg/mm² sowie eine Dehnung von 18 bis 23 vH und kann sowohl im Martin-Ofen als auch in der Thomas-Birne erschmolzen werden. Als Kohlenstoffstahl für Schiffbauzwecke war dieser Werkstoff schon früher bekannt und von andern Werken vereinzelt hergestellt worden, seine planmäßige Einführung aber als hochwertiger Baustahl für Eisenbauwerke erfolgte dank der Förderung durch den Reichsbahndirektor Geh. Rat Dr.-Ing. S c h a p e r nunmehr sehr rasch. Hier konnte eine Erhöhung der zulässigen Beanspruchung um 30 vH gegenüber St 37 zugelassen werden, und Gewichtsersparnisse wurden gemacht, die sich je nach der Größe und Konstruktion der Brücken auf im Mittel 17 bis 18 vH beliefen. Bereits Ende 1925 konnte seitens der Reichsbahn ein Bericht über die in dem abgelaufenen Probejahr gemachten Erfahrungen erstattet werden, aus dem hervorgeht, daß die erreichten Ergebnisse sowohl statisch als auch wirtschaftlich durchaus befriedigten. Das Gesamtgewicht aller bis Ende 1927 gebauten und noch im Bau befindlichen Eisenkonstruktionen der Reichsbahn in St 48 beträgt rd. 90 000 t.

In der Herstellung, Verwalzung und Bearbeitung zeigte sich bei St 48, genau wie dies bei allen derartigen Sonderbaustoffen der Fall ist, daß anfänglich gewisse Schwierigkeiten auftraten, die aber, nachdem genügende Erfahrungen vorlagen, durch Aufbietung besonderer Sorgfalt in der Herstellung überwunden werden konnten. Naturgemäß ist, daß ein hochwertiger Baustahl, zu dessen Erschmelzung von vornherein ein besonders ausgewählter teurer Einsatz mit Mehraufwand von Zusätzen erforderlich ist und an den höhere Ansprüche gestellt werden, auch größere Gestehungskosten ergibt, d. h. einen entsprechenden Aufpreis bedingt. Gleichzeitig muß er aber preiswert sein in bezug auf die Gesamtkosten des Bauwerkes gegenüber der Ausführung in St 37. In der Regel zeigt sich, daß aus diesen Gründen die Verwendung solcher Sonderstähle zunächst nur für größere Bauwerke besonders wirtschaftlich ist, daß man sie aber später nach fortschreitender Verbesserung der Verfahren und damit des Werkstoffes auch für Bauwerke von geringerem Umfange mit Vorteil benutzen kann. Die gleichen Erfahrungen hat man auch in Amerika gemacht[9]).

Wenn auch nun dem deutchen Eisenbau im St 48 ein Baustoff von erheblich besseren Eigenschaften als St 37 zur Verfügung stand, so bleiben doch die Bestrebungen nach einem qualitativ und wirtschaftlich noch besseren Baustahl wach. Hierzu kam infolge des Bedürfnisses, die Stützweite der Brücken immer mehr zu vergrößern, die Forderung, das Verhältnis des Eigengewichtes zur Verkehrslast weitestgehend zu verkleinern. Dieses Verhältnis erreichte bei den größten amerikanischen zweistöckigen Brücken der letzten Zeit nahezu die Größe 5 : 1.

[8]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1341.
[9]) „Iron Age" Bd. 121 (1927) S. 1389.

Siliziumstahl

In Deutschland war es auch diesmal der Initiative der Reichsbahn und insbesondere der Tatkraft des Reichsbahndirektors Schaper zu verdanken, daß man den Si-Stahl für Eisenhoch- und Brückenbauten einführte, der zweifelsohne einen beachtlichen Fortschritt in der qualitativen und wirtschaftlichen Verbesserung der Baustähle darstellt[10]).

Anfang 1925 war es der Berliner Aktiengesellschaft für Eigengießerei und Maschinenfabrikation (vorm. Freund & Co.), Berlin-Charlottenburg, nach längeren Versuchen gelungen, einen höher silizierten, niedriggekohlten Baustahl mit hoher Streckgrenze in einem Sonder-Martin-Ofen (B o ß h a r d t - Ofen) zu entwickeln und der praktischen Anwendung zugänglich zu machen. Gemeinsam mit dieser Firma und dem Versuchs- und Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Dresden (Prof. G e h l e r) und dem Institut für Metallurgie und Werkstoffkunde (Prof. S c h w i n n i n g) wurden von den Mitteldeutschen Stahlwerken eingehende Untersuchungen mit diesem im Boßhardt-Ofen hergestellten Werkstoff durchgeführt, die die Überlegenheit des Si-Stahles über den St 48 bestätigten.

Auf Grund dieser Erkenntnis entschloß sich die Deutsche Reichsbahn gemeinsam mit den Mitteldeutschen Stahlwerken zur Aufstellung eines Boßhardt-Ofens auf dem Werk Gröditz der genannten Gesellschaft, der im Januar 1927 in Betrieb genommen wurde. Es gelang, in diesem Versuchsofen einen Stahl zu erschmelzen, der den Erwartungen entsprach und die unten angeführten, jetzt endgültig festgesetzten Bedingungen der Deutschen Reichsbahn erreichte, ja sogar noch überschritten hat. Wenn in der Folge auch die Herstellung des Stahles in zureichender Güte im normalen Martin-Ofen gelang, so besteht doch die Tatsache, daß ohne den Boßhardt-Ofen die Einführung des Si-Stahles in so kurzer Zeit schwerlich vonstatten gegangen wäre. Den Boßhardt-Ofen darf man somit in dieser Beziehung als wertvollen Schrittmacher für die erfolgreiche Durchführung des Gedankens des Si-Stahles im besonderen und des hochwertigen Baustahles im allgemeinen bezeichnen.

Auf Grund der im Jahre 1927, also im ersten Jahre der Anwendung des Si-Stahles, gemachten Erfahrungen sind gemeinsam von der Reichsbahn, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute und dem Deutschen Eisenbauverband folgende Festigkeitswerte für den Si-Stahl festgesetzt worden:

	Für Dicken bis 18 mm	Für Dicken über 18 mm
Unterste Lage der Streckgrenze kg/mm²	36	35
Bruchfestigkeit . . . . „	50 bis 62	50 bis 64
Mindestbruchdehnung: Längsprobe vH	20	20
Querprobe „	18	18
Dorn-Dmr. der Biegeprobe	2 d	2 d, quer 3 d

Die zulässige Beanspruchung kann hiernach bis 2100 kg/cm² betragen, d. h. es ist eine Erhöhung um 50 vH zulässig gegenüber St 37 und 30 vH gegenüber St 48. Die Gewichtsersparnis beläuft sich je nach der Art der Konstruktion und Größe des Bauwerkes auf 20 bis 30 vH gegenüber St 37. Sie ist naturgemäß um so höher, je größer die Brückenspannweite ist. Das Kennzeichen des Si-Stahles ist die trotz hoher Festigkeit hohe Dehnung, die zwischen 20 und 26 vH liegt; gerade die hierdurch gegebene große Geschmeidigkeit und Zähigkeit sind zur Aufnahme der Stöße und zur Verteilung örtlicher Spannungen von besonderem Wert und begegnen sich daher mit den Forderungen des Konstrukteurs nach einem vorbildlichen Baustoff. Trotz des hohen Verhältnisses der Streckgrenze zur Festigkeit, das je nach der Stärke des Profiles zwischen 65 und 75 vH liegt, zeigt der Werkstoff keine Sprödigkeit; das Arbeitsvermögen, d. h. die Größe der Fläche des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes, ist rd. 30 vH größer als bei St 37, ergibt also noch größere Gewähr für die Aufnahme von Beanspruchungen über die Streckgrenze hinaus.

Nachdem inzwischen eine größere Menge von Si-Stahlkonstruktionen, hauptsächlich für die Reichsbahn, zur

[10]) Vergl. a. Z. Bd. 69 (1925) S. 860, 1044, 1680.

Ausführung gelangt ist, kann auf Grund der vorliegenden Erfahrungen und zahlreichen Versuche allgemein folgendes gesagt werden:

Der Si-Stahl ist in seiner gesamten Herstellung empfindlicher als gewöhnlicher Stahl und erfordert von der Erschmelzung ab bis zur Fertigbearbeitung in der Konstruktionswerkstatt die größte Sorgfalt. Um gleichmäßige Festigkeitszahlen zu erreichen, muß man seine Zusammensetzung innerhalb gewisser Grenzen an den gewünschten Endquerschnitt anpassen. Die Gestehungskosten des Si-Stahles liegen natürlich höher als bei St 37 und St 48, da mit besserem Einsatz gearbeitet werden muß und eine scharfe Überwachung, besondere Kennzeichnung und Lagerung usw. erforderlich sind. Obwohl diese höheren Selbstkosten den Anwendungsbereich des Si-Stahles etwas einschränken, so ist doch für große Bauten und große Spannweiten die Anwendung des Si-Stahles schon heute unentbehrlich. Auch der Schiffbau hat wegen der zu erzielenden Gewichtersparnisse großes Interesse für den Si-Stahl, ebenso wie der Eisenbahnwagenbau; bei den Wagen wird infolge der Verminderung des Eigengewichtes dessen Verhältnis zur Nutzlast außerordentlich günstig.

Mit den vorstehenden Ausführungen soll nun nicht gesagt sein, daß mit dem Si-Stahl die Entwicklung des hochwertigen Baustahles abgeschlossen ist. Wie überall in der Wissenschaft, so bleibt auch auf diesem Gebiete die Forschung nicht stehen. Es liegt daher durchaus im Bereiche der Möglichkeit, daß früher oder später Baustähle gefunden werden, die gleich gute oder vielleicht noch bessere Eigenschaften als der Si-Stahl haben und die möglicherweise in der Herstellung einfacher sind. So hat auch in dieser Erkenntnis die Reichsbahn in den Abnahmebedingungen neuerdings nur Festigkeitseigenschaften vorgeschrieben, während das Herstellverfahren und die Analyse zur Förderung des Wettbewerbes und zur Ermöglichung weiteren Fortschrittes den Hüttenwerken vorbehalten bleibt. In der ganzen Baustahlfrage haben heute die deutschen Hüttenwerke die Führung übernommen, und die Werke der übrigen eisenerzeugenden Länder der Welt verfolgen diese Bestrebungen mit Spannung.

Die hier gemachten Angaben lassen die in den letzten Jahren erreichten Fortschritte erkennen; dieses außerordentlich schnelle Tempo in der Entwicklung ist zum großen Teil der Reichsbahn und hier in erster Linie dem überzeugten Förderer der Baustahlfrage, dem Reichsbahndirektor Schaper, zu verdanken, der im vollen Vertrauen auf die Güte des neuen Baustoffes die große Verantwortung für dessen Einführung durch Bestellung größerer Brückenbauten auf sich nahm.

Das Beispiel des Si-Stahles zeigt im übrigen wieder, wie wichtig ein gemeinsames Vorgehen zwischen Erzeuger und Verbraucher auf dem einmal für richtig erkannten Wege ist, und daß nur ein unentwegtes Festhalten an dem Grundgedanken das gesteckte Ziel erreichen läßt.

[B 1648]

Die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz

in London im September 1928

Zweck und Organisation der Weltkraftkonferenz

Die Weltkraftkonferenz, deren zweite Teilkonferenz eine Brennstofftagung ist, hat den Zweck, die Fachleute der ganzen Welt mit Geschäftsleuten, Staatsmännern und Vertretern der öffentlichen Meinung zusammenzuführen, um die wichtigsten Fragen aus der Energietechnik und Energiewirtschaft zu erörtern und zu klären und ihre Lösung, auch durch persönlichen Meinungsaustausch, zu fördern.

Die Weltkraftkonferenz gliedert sich in Vollkonferenzen, die sich mit allen Fragen der Energietechnik und Energiewirtschaft befassen, und in Teilkonferenzen, die einzelne Gebiete behandeln. Die Berichte werden nicht mündlich vorgetragen, sondern werden vor den Konferenzen schriftlich eingereicht, gedruckt und Interessenten auf Bestellung geliefert, so daß diese sie vorher durcharbeiten können. Auf der Konferenz werden sie, nach großen Gebieten zusammengefaßt, von Generalberichterstattern gemeinsam zur Erörterung gestellt.

Die erste Vollkonferenz hat vom 30. Juni bis 12. Juli 1924 in London, die erste Teilkonferenz, über Wasserkraftnutzung und Binnenschiffahrt, vom 30. August bis zum 8. September 1926 in Basel stattgefunden. Die zweite Teilkonferenz wird die Brennstofftagung (Fuel-Conference) in London sein. Als Ort für die im Juni 1930 abzuhaltende zweite Vollkonferenz ist Berlin ausersehen.

Ort und Zeit der Brennstofftagung

Die Brennstofftagung findet Montag, den 24. September, bis Sonnabend, den 6. Oktober 1928, in London im Gebäude des Imperial Institute (nahe der Albert Hall, Kensington Road) statt. Die wertvollen Berichte und Verhandlungen werden ergänzt durch Besichtigungen von besonders bemerkenswerten Werken und Anlagen.

Teilnahme

Zur Teilnahme an der Tagung berechtigt der Erwerb der Mitgliedschaft gegen einen Beitrag von 30 sh; für Mitglieder der Verbände, die dem Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonferenz angehören, beträgt diese Gebühr 20 sh. Die Anmeldungen deutscher Teilnehmer geschehen durch das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Programm

Bis jetzt sind im ganzen 170 Berichte vorgesehen, von denen Deutschland 17 Berichte liefern wird, deren Titel in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. 72 (1928) Heft 5 S. 165, Heft 7 S. 220, Heft 22 S. 733 und im Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) Heft 2 S. 66 und Heft 6 S. 179 veröffentlicht worden sind. Das endgültige Programm in deutscher Sprache wird den Teilnehmern im Juli d. J. vom Deutschen Nationalen Komitee zugehen.

Gliederung

Die diesjährige Brennstofftagung gliedert sich in 21 Abteilungen, die sich mit verschiedenen Aufgaben aus dem Gebiete der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe befassen. Die Berichte behandeln u. a. die Prüfung, Aufbereitung, Trocknung, Brikettierung und Lagerung fester Brennstoffe (Kohle, Torf usw.), die Zusammensetzung, Behandlung und Speicherung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe, die Verwendung der Brennstoffe zur Dampferzeugung, für industrielle und hauswirtschaftliche Feuerungszwecke, Fragen der Verwendung des Kohlenstaubes, der Verwendung flüssiger Brennstoffe in Verbrennungsmotoren einschließlich des Stillmotors, des Brennstofftransports unter besonderer Berücksichtigung der Ferngasversorgung und des Vergleiches der Beförderung von Kohle, Öl, Gas und Elektrizität, ferner Abhitzeverwertung, Tieftemperaturverkokung und ihre Kupplung mit der Elektrizitätserzeugung, die wissenschaftliche Ausbildung in der Brennstofftechnik, organisatorische Maßnahmen zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Brennstoffe in der Industrie, wirtschaftliche Möglichkeiten bei kombinierter Brennstoffausnutzung, technische Angaben über Brennstoffe, die Frage des oberen oder unteren Heizwertes u. a. m.

Besonders wichtig dürfte eine Reihe von Anregungen zu internationalen Vereinbarungen sein, z. B. eben in der Frage des Heizwertes, sodann über Bestimmung (Apparaturen) und Vergleichbarkeit von Siedekurven für Treiböle, über Maßeinheiten und Beziehungspunkte zum Messen der Klopfneigung von Kraftstoffen, zur Schaffung eines internationalen Bezugskraftstoffes und eines internationalen Klopfgegenmittels, zu international übereinstimmender Benennung einer ausgewählten Zahl von Kraftstoffen mit gekennzeichneten wesentlichen Eigenschaften, ferner zu internationalen Normen über die Untersuchungsmethoden für Kohle (Aschenbestimmung, Messung des Feuchtigkeitsgehalts des Reinbrennstoffes, des Verkokungsrückstandes der flüchtigen Bestandteile, Elementaranalyse), zu internationalen Richtlinien für die Probenahme und Feinheitsbestimmung von Kohlenstaub und für Gewährleistungsversuche an Kohlenstaubmühlen, zu internationalem Erfahrungsaustausch über Bau und Betrieb von Gasfernleitungen usw.

Mit einer großen Teilnehmerzahl, insbesondere auch aus Deutschland, ist zu rechnen, so daß sich rechtzeitige Anmeldung empfiehlt.

[N 1644]

Über die bleibenden Formänderungen wiederholt erhitzter und abgekühlter Körper

Von Dr.-Ing. Franz Berger, Wien

Die Längenausdehnung durch die Wärme als nichtumkehrbarer Vorgang. Das Wachsen der Metalle (Gußeisen, Messing). Der Einfluß der Abkühlgeschwindigkeit. Berechnung der auftretenden Oberflächenspannungen. Beispiel eines 374mal erhitzten Stahlstückes. Berechnung des Temperaturfeldes bei rascher Abkühlung. Temperaturverlauf einzelner Punkte in Abhängigkeit von der Zeit. Abgeleitete Gesetzmäßigkeiten.

Alle Eigenschaften fester Körper sind mehr oder weniger von der Temperatur abhängig. Viele Eigenschaften gelten überhaupt nur in einem engen Temperaturbereich und ändern ihr gesetzmäßiges Verhalten, wenn die Temperatur diesen Bereich unter- oder überschreitet. Aber auch das bloße Wiederholen einer Temperaturerhöhung mit darauffolgender Abkühlung vermag bleibende Änderungen in einem festen Körper zu hinterlassen. Wie groß und welcher Art diese bleibenden Änderungen sind, hängt von der Höhe der Temperatur ab, auf die der Körper erwärmt, und der Temperatur, auf die er abgekühlt wird, von der Geschwindigkeit, mit der sich der Körper abkühlt, und von der Anzahl der Temperaturkreisläufe, denen der Körper unterworfen wird.

Im nachfolgenden soll der Einfluß der Temperatur auf die Abmessungen metallischer Körper, insbesondere solcher aus Eisen, untersucht werden. Die Ergebnisse gelten im allgemeinen auch für nichtmetallische Körper und können auf diese angewendet werden, wenn man die Abweichungen der Eigenschaften der betreffenden Stoffe von denen der Metalle entsprechend berücksichtigt.

Die Längenausdehnung durch die Wärme als nichtumkehrbarer Vorgang

Wir messen eine gegebene Länge l (z. B. die Länge eines Stabes oder die Entfernung zweier bestimmter Punkte in einem festen Körper) bei verschiedenen Temperaturen und finden, der Temperatur entsprechend, verschiedene Werte, bei 0° l_0, bei ϑ° l_ϑ usw. Das Ergebnis der Messungen zeichnet man auf, indem man die Temperaturen als Abszissen, die gemessenen Längen als Ordinaten in einem passenden Maßstab aufträgt, Abb. 1. Man erhält so eine Kurve, die die Länge l als Funktion der Temperatur darstellt. $l = f(\vartheta)$ sei die Gleichung der Kurve. In Abb. 2 ist vergleichsweise die Längenausdehnung verschiedener Metalle durch die Wärme nach Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[1]) dargestellt. Man erkennt daraus, daß diese Wärmedehnungskurven leicht gekrümmt sind, so daß man kurze Stücke davon näherungsweise als gerade ansehen kann.

Man schafft sich ein Maß für die Wärmeausdehnung, indem man durch Begriffsbestimmung festsetzt, als Maß diene die Änderung der Längeneinheit (gemessen bei 0 °C) bei Erwärmung um 1 °C. Bedeutet β die Längenausdehnungszahl[2]) und der Kennbuchstabe ϑ die Temperatur, für die sie gilt, so ist

$$\beta_\vartheta = \frac{1}{l_0}\frac{d\,l}{d\,\vartheta} \quad \ldots\ldots\ldots\ (1).$$

$\frac{d\,l}{d\,\vartheta}$ ist dann die Tangente des Winkels zwischen Abszissenachse und Tangente im Punkte P der Kurve bei der Temperatur ϑ. Da $\frac{d\,l}{d\,\vartheta}$ in jedem Punkte der Kurve einen andern Wert hat, ist β kein Festwert, sondern von der Temperatur abhängig, wie auch aus Abb. 2 ohne weiteres abgelesen werden kann. Wählen wir ein genügend kurzes Stück der Kurve $l = f(\vartheta)$ aus, das noch als gerade angesehen werden kann, etwa zwischen den Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2, so können wir eine mittlere Ausdehnungszahl $\overline{\beta}$ einführen, die nach Gl. (1) bestimmt ist durch

$$\overline{\beta} = \frac{1}{l_0}\frac{l_2 - l_1}{\vartheta_2 - \vartheta_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ (2),$$

wobei l_2 und l_1 die Längen bei den betreffenden Temperaturen bedeuten. Wählen wir dabei $\vartheta_1 = 0$, also $l_1 = l_0$, so wird

$$\overline{\beta} = \frac{1}{l_0}\frac{l_2 - l_0}{\vartheta_2},$$

was man übersichtlicher schreiben kann

$$l_\vartheta = l_0\,(1 + \beta\,\vartheta) \quad \ldots\ldots\ldots\ (3),$$

wenn man statt ϑ_2 einfach ϑ schreibt. In dieser Form wird das Wärmedehnungsgesetz gewöhnlich geschrieben.

Abb. 2. Wärmedehnungen verschiedener Metalle nach Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Ist man gezwungen, den Einfluß der Temperatur genau zu berücksichtigen, so muß an Stelle der groben Näherungsgleichung (3) die genauere treten

$$l_\vartheta = l_0\,(1 + \beta_1\,\vartheta + \beta_2\,\vartheta^2 + \ldots) \quad \ldots\ldots\ (4).$$

Durch Einführung quadratischer Glieder von ϑ oder von solchen noch höherer Potenz kann man der Beobachtung beliebig nahe kommen. Dabei ist aber zu beachten, daß dann die Werte β_1, β_2 einfache Festwerte und nicht Ausdehnungszahlen im Sinne der Gl. (1) oder (2) sind. Hat man aber die Gleichung (4) einmal gewählt, so kann man nachträglich die Ausdehnungszahl β nach Gl. (1) bestimmen; denn es ist, wenn wir für l den Wert aus Gl. (4) einsetzen,

$$\beta_\vartheta = \frac{1}{l_0}\frac{d\,l}{d\,\vartheta} = \beta_1 + 2\,\beta_2\,\vartheta$$

die Längenausdehnungszahl für die Temperatur ϑ.

Ähnliche Betrachtungen wie die Vorhergehenden über die Längenausdehnung kann man auch über die räumliche Ausdehnung durch die Wärme anstellen und eine räumliche Ausdehnungszahl angeben.

Bisher ist stillschweigend vorausgesetzt worden, daß es gleichgültig ist, auf welchem Wege ein bestimmter Punkt der Kurve $l = f(\vartheta)$ erreicht wird. Die ausführende Technik selbst hat sich bisher um diesen Weg wenig geküm-

Abb. 1 Längenausdehnung zwischen zwei Punkten, abhängig von der Erwärmung.

[1]) Wärmetabellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von Holborn, Scheel und Henning. Braunschweig 1919, Friedrich Vieweg.

[2]) Im Allgemeinen sind die Formelzeichen nach den Feststellungen des AEF (DIN 1304) beibehalten. Da der Buchstabe α aber für die Wärmeübergangszahl in der Literatur eingeführt ist, wurde für die Längenausdehnungszahl der Buchstabe β (in Übereinstimmung mit H. Mache, Theorie der Wärme, Leipzig 1921) verwendet.

mert, weil dazu wenig oder keine Veranlassung vorlag. Erst die steigende Anwendung höherer Temperaturen im Maschinenbau hat zu Anständen geführt, aus denen geschlossen werden mußte, daß die Ausdehnung der Körper durch die Wärme kein beliebig umkehrbarer Vorgang sei, wie man bisher annahm. Anstände dieser Art veranlaßten auch die vorliegende Untersuchung, die ergeben hat, daß im allgemeinen ein Körper einen einmal getanen Schritt der Wärmeausdehnung nicht mehr vollständig wieder zurückmachen kann. Dabei ergaben sich auch einige Gesetzmäßigkeiten für Körper, die wechselnden Temperaturen ausgesetzt sind, deren Kenntnis für die Praxis von einiger Wichtigkeit ist.

Verfolgt man den Verlauf einiger solcher wiederholter Erwärmungen und Abkühlungen eines Körpers zwischen bestimmten, nicht zu nahe aneinander liegenden Temperaturgrenzen, so erhält man folgendes Bild: In Abb. 3 stellt die durch P_1, P_2 gehende Kurve den Verlauf der Längenänderung einer bestimmten ausgewählten Meßstrecke dar. Wir nehmen an, daß der Körper immer zwischen denselben zwei Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 erwärmt und abgekühlt werde. Die Meßstrecke habe bei der Temperatur ϑ_1 die Länge $l_1 = \overline{\vartheta_1 P_1}$, bei der Temperatur ϑ_2 die Länge $l_2 = \overline{\vartheta_2 P_2}$. Liegen ϑ_1 und ϑ_2 nahe bei einander und kühlt sich der Körper langsam ab, so wird man nach einem Temperaturkreislauf $\vartheta_1 - \vartheta_2 - \vartheta_1$ ziemlich genau wieder dieselbe Länge l_1 der Meßstrecke feststellen können. Dies wird sogar noch nach einem ziemlich oftmaligen Temperaturkreislauf der Fall sein können. Liegen aber die Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 weit auseinander (z. B. $\vartheta_1 = 20\,°$, $\vartheta_2 = 800\,°$) und wird noch überdies der Körper sehr rasch abgekühlt (härten), so ist es nicht möglich, den abgekühlten Körper vor einer dauernden Formänderung zu bewahren. Die aufgetretene Formänderung wird sich um so mehr bemerkbar machen, je mehr die ursprüngliche Form von der geometrisch einfachsten — der Kugel — abweicht. Während eine Kugel höchstens ihren Durchmesser in geringfügigem Maße geändert haben wird, zeigt eine Stange von gleicher Masse im allgemeinen eine erhebliche Abweichung von ihrer anfänglichen Form. Die ursprüngliche Meßstrecke hat oft nicht nur ihre Länge, sondern auch ihre Lage im Körper verändert. Die einzelnen Punkte des Körpers sind beim Wiedererreichen der Ausgangstemperatur ϑ_1 nicht auf demselben Wege und nicht in dieselbe Lage zurückgekehrt. Die Ursache der Formänderung liegt teils in Änderungen des molekularen Aufbaues und teils in Änderungen des kristallinischen Gefüges als Folge der Erwärmung, wodurch Spannungen im Körper auftreten, denen er durch Änderung seiner Form zu folgen sucht.

Der Körper zieht sich also bei der Abkühlung nicht mehr auf dem gleichen Wege P_1, P_2 zusammen. Die Meßstrecke ist nach der ersten Erkaltung größer oder kleiner geworden, der Punkt P_2 wird nach P'_1 oder p'_1 zurückgewandert sein. Ob eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Meßstrecke eingetreten ist, hängt von noch zu besprechenden Umständen ab.

Ist die Meßstrecke kleiner geworden, dann ist p'_1 der Ausgangspunkt für die nächste Erwärmung. Die Strecke $\overline{\vartheta_1, p_1'}$ wird sich bei der nächsten Erwärmung auf $\overline{\vartheta_2\, p_2'}$ ausdehnen, wenn noch dieselben Bedingungen vorhanden sind wie bei der ersten Erwärmung.

Ist aber die Meßstrecke nach der Abkühlung auf ϑ_1 größer geblieben, als sie vorher war, der Punkt P_2 also nach P'_1 zurückgegangen, so bildet dieser den Ausgangspunkt für die nächste Erwärmung, und wenn die sonstigen Bedingungen die gleichen geblieben sind, so wird bei Erreichung der Temperatur ϑ_2 die Meßstrecke die Größe $\overline{\vartheta_2 P_2'}$ angenommen haben.

Denkt man sich nun den Wechsel zwischen ϑ_1 und ϑ_2 dauernd wiederholt, so werden die Endpunkte der Meßstrecke nach der Darstellung von Abb. 3 eine Zickzacklinie beschreiben, die von der der vollkommenen Umkehrbarkeit entsprechenden Ausdehnungslinie P_1P_2 aus nach oben oder unten verläuft.

Selbstverständlich wird die Meßstrecke $l_1 = \overline{\vartheta_1 P_1}$ endlos in gleichem Ausmaße weder zu- noch abnehmen. Selbst der Sinn der Änderung kann sich unter Umständen umkehren. In Abb. 3 sind der Deutlichkeit wegen die Maßverhältnisse übertrieben dargestellt; man wird im allgemeinen finden, daß die Meßstrecke in immer schwächerem Maße zu- oder abnimmt. Die Punkte P_1', P_1'' . . . sowie p'_1, p_2'', . . .werden immer näher zusammenrücken und schließlich werden sich alle Meßstrecken einer unteren oder oberen Grenze nähern, die man als die Grenze der Nichtumkehrbarkeit der Formänderungen bezeichnen kann. Diese Grenze entspricht einem gewissen Gleichgewichtzustand des Stoffes sowohl in bezug auf seine metallurgischen Eigenschaften als auch in bezug auf seine geometrische Form. Ist dieser Gleichgewichtzustand nach einer großen Zahl von Temperaturkreisläufen erreicht, dann kann man erst annehmen, daß der Zustand der Umkehrbarkeit der Wärmedehnungen eingetreten ist, der gewöhnlich allen Stoffen in gleichem Maß ohne Rücksicht auf vorhergegangene Erwärmungen zugeschrieben wird. Innerhalb sehr enger Temperaturgrenzen kann aber, wie schon erwähnt, dieser Umkehrbarkeitszustand von vornherein als bestehend angenommen werden. Ein genaues, ziffernmäßiges Urteil darüber kann jedoch je nach Stoff, Temperaturgrenzen und Abkühlgeschwindigkeit nur auf Grund wirklicher Messungen gefällt werden.

Abb. 3 Ausdehnung durch die Wärme als nicht umkehrbarer Vorgang.

Das Wachsen der Metalle

Unterwirft man ein Metallstück einem wiederholten Temperaturkreislauf, bei dem sich allmählich seine linearen Abmessungen ändern, so ändert sich damit auch sein Volumen. Bleibt das Gewicht hierbei das gleiche, so hat sich dadurch auch die Dichte des Metalles geändert. Ist die Höchsttemperatur des Kreislaufes verhältnismäßig hoch, so tritt in den meisten Fällen auch eine Gewichtänderung durch Oxydation (Zunderbildung) und andre chemische Veränderungen (molekulare Umlagerungen, Einfluß der Flammengase usw.) ein.

Von den technisch wichtigen Metallen ist es insbesondere das Gußeisen, bei dem man zuerst die Nichtumkehrbarkeit der Formänderungen durch Wärmedehnungen bemerkt hat, weil dieser Werkstoff seiner leichten Formbarkeit und seiner sonstigen guten Eigenschaften (Gußhaut) wegen in großem Umfang bei Konstruktionen angewendet wird, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Hierbei hat sich in unangenehmer Weise die Erscheinung bemerkbar gemacht, daß die linearen Abmessungen eines Werkstückes bei Erwärmungen nicht nur zunehmen, sondern nach dem Erkalten auch dauernd größer bleiben. Durch zahlreiche Messungen ist festgestellt, daß bei Gußeisen die Formänderungen im Sinne von Abb. 3 von P_1P_2 aus nach oben (P_1', P_2', P_1'' . . .) verlaufen. Für die Ursache dieses andauernden Wachsens des Gußeisens wurden von den Metallurgen verschiedene Vermutungen aufgestellt (Graphitgehalt, Oxydation durch eindringenden Sauerstoff oder durch Feuergase, zu kleiner Gehalt an Si, Zerfall des perlitischen Zementits u. dergl.). Wahrscheinlich sind mehrere Ursachen gleichzeitig und in verschiedenem Maße wirksam. Dagegen wurde von allen Seiten einwandfrei festgestellt, daß das Wachsen des Gußeisens infolge wiederholter Erwärmung und Abkühlung beschleunigt, wenn nicht überhaupt erst möglich gemacht wird.

Daß das Gußeisen in obigem Sinne, Abb. 3, wächst und sich asymptotisch einer Grenze nähert, von der ab der Zustand der Umkehrbarkeit der Wärmedehnungen eintritt, wird durch eine wertvolle Arbeit von W. Schwinning und H. Flössner[3]) nachgewiesen, aus der folgendes wiedergegeben sei:

Es wurden Stäbe aus verschiedenen Sorten Gußeisen von 160 mm Länge und 15 mm Dmr. in oftmaliger Wiederholung auf Temperaturen zwischen 200 und 600 ° erwärmt und wieder abgekühlt und die Längen der Stäbe nach jeder Abkühlung gemessen. Abb. 4 zeigt die andauernde Längenzunahme in Abhängigkeit von der Erwärmungszahl[4]). Abb. 5, 6 und 7 zeigen die gleiche Erscheinung bei einem Gußeisen von der Zusammensetzung: 3,49 vH ges. C, 2,56 vH Si, 0,46 vH Mn, 0,735 vH P und 0,135 vH S. Aus Abb. 4 bis 7 ist deutlich die Grenze zu erkennen, der sich das Wachstum des Versuchstabes mit zunehmender Zahl der Temperaturkreisläufe nähert. Aus Abb. 5, 6 und insbesondere Abb. 7 ist deutlich zu ersehen, daß diese Grenze um so früher, d. h. bei um so kleinerer Zahl der Erwärmungen erreicht wird, je höher die Temperatur ist, auf die der Versuchsstab erwärmt wurde. Die Verfasser ziehen aus ihren Versuchen den Schluß, daß das Wachsen des Gußeisens hauptsächlich auf den Zerfall des perlitischen Zementits zurückzuführen ist und daß bei niedrigen Temperaturen eine Zerfallverzögerung eintritt, die zwei Stufen des Längenwachstums bedingt. Diese für die Frage des Wachstums von Gußeisen aufschlußreiche Untersuchung sollte durch Ausdehnung auf andre Werkstoffe ausgebaut und durch Beantwortung der Frage ergänzt werden, ob mit dem Wachsen der Länge auch ein Wachsen in der Querrichtung verbunden ist und in welchem Verhältnis zum Längenwachstum. Auch wäre der Einfluß der Raschheit der Abkühlung zu untersuchen.

Bemerkenswert ist, daß auch Messing ein ähnliches Verhalten zeigt wie Gußeisen und genaue Untersuchungen würden wahrscheinlich ergeben, daß alle Metalle bei oft wiederholten Erwärmungen und Abkühlungen ihre Form verändern. Hierbei ist die Höhe der Temperatur voraussichtlich von größerem Einfluß als die Zeit, während der das untersuchte Stück auf dieser Temperatur gehalten wird. In Abb. 8 ist eine Meßreihe wiedergegeben, die einer zu andern Zwecken vorgenommenen Untersuchung eines Messingstabes von 4,2 × 16,3 mm² Querschnitt bei 600 mm Länge (500 mm Meßstrecke) entnommen ist. Die Erwärmungsdauern betrugen 1 bis 3 h, die Temperatur etwa 500 °. Wie man sieht, ist der Gleichgewichtzustand noch lange nicht erreicht. Die Zahl der Temperaturkreisläufe ist dazu zu gering. Bei Stäben aus Flußstahl und Werkzeugstahl, die genau der gleichen Wärmebehandlung wie die Messingstäbe unterworfen wurden, war nur eine geringfügige Änderung der Dicke (wegen Zunderbildung) feststellbar. Die Längen zeigten sich unverändert. Diese Stoffe sind eben wesentlich unempfindlicher gegen hohe Temperaturen als Messing. Übrigens dürfte mehr die Höhe der Temperatur als die Zahl der Erwärmungen die starke Formänderung des Messings verursacht haben.

Der Einfluß der Abkühlgeschwindigkeit

Bisher ist nur die Zahl der Erwärmungen und Abkühlungen in Betracht gezogen worden ohne Rücksicht auf die Zeitdauer der einzelnen Phasen des Temperaturkreislaufes. Der große Einfluß der Schnelligkeit der Erwärmung oder Abkühlung ist für die meisten Werkstoffe genügend bekannt und wird zweckentsprechend berücksichtigt. Kaltes Glas darf man nicht rasch erwärmen, weil Glas den durch die örtliche Volumenvergrößerung hervorgerufenen inneren Spannungen nicht standhält. Rasch abgekühlte Stücke aus Glas oder Metall behalten innere Spannungen, die nur beseitigt werden können, wenn man das betreffende Stück neuerdings bis zur Bildsamkeit erwärmt und dann sehr langsam auf Raumtemperatur abkühlen läßt.

Am ausgeprägtesten zeigt sich der Einfluß der Abkühlgeschwindigkeit auf bleibende Formänderungen, d. h. auf die Nichtumkehrbarkeit der Wärmedehnungen beim Härten von Stahl oder überhaupt beim Eintauchen heißer Metallstücke in kalte Flüssigkeiten, weil hierbei den Ober-

[3]) Über das Wachsen von Gußeisen. Mitt. aus d. Inst. f. Metall- u. Werkstoffk. a. d. techn. Hochsch. Dresden. Ber. Nr. 103 d. Fachaussch. d. Ver. d. Eisenh. Düsseldorf 1927, Verlag Stahleisen. Von der übrigen umfangreichen Literatur hierüber sei noch angeführt: Oberhoffer und Piwowarsky, „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 1173. Wüst und Leithener, Festgabe C. v. Bach S. 92. Berlin 1927, VDI-Verlag. Vergl. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 105. Berichte in „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 114, ferner Bd. 47 (1927) S. 1408 u. v. a., wo auch weitere Literaturangaben zu finden sind.

[4]) In dieser und den folgenden Abb. 5, 6 und 7, die der erwähnten Arbeit entnommen sind, steht im Original irrtümlich ΔZ mm statt ΔL 100 mm.

Abb. 4
Längenzunahme von Gußeisenstäben in Abhängigkeit von der Zahl der Erwärmungen (je 3 h bei 550 °).

Abb. 5
Längenzunahme von Gußeisen Sorte 2 in Abhängigkeit von der Zahl der Erwärmungen (je 3 h bei 600 °).

Abb. 6
Wie Abb. 5, jedoch bei 650 °.

Abb. 7
Wie Abb. 5, jedoch bei 550, 600 und 650 °.

Abb. 8
Längenzunahme einer Meßstrecke von 500 mm eines Messingstabes durch wiederholte Erwärmung auf etwa 500 °.

Abb. 9
Rechtkantiges Stahlstück nach 374maliger Erwärmung auf 600 ° und rascher Abkühlung im Wasser.

Abb. 10
Schnittfläche des in Abb. 9 dargestellten Stahlstückes.

flächen am raschesten die Wärme entzogen und deren Temperatur herabgesetzt wird. Erwärmt man ein Stahlstück auf etwa 700 ° und taucht es hierauf in kaltes Wasser, so bildet sich sofort an der Oberfläche eine rasch erhärtende Kruste kalten Stoffes, die sich ihrer Temperatur entsprechend zusammenzuziehen sucht und dabei den inneren, noch heißen und bildsamen Teil des Stoffes zusammendrückt, der wie eine zähe Flüssigkeit auszuweichen sucht. Da dies in beschränktem Maße möglich ist, wird der Druck wie bei jeder Flüssigkeit nach allen Seiten gleichmäßig nach außen wirken, wodurch die festere Kruste Kugelform anzunehmen sucht.

Wegen der großen Wärmeleitfähigkeit des Eisens dauert dieser Vorgang nur wenige Sekunden. Dann ist die Kälte so weit nach innen eingedrungen (oder die Wärme nach außen gewandert), daß der innere Kern des Stückes seine Bildsamkeit verloren hat. Die absolute Größe der Formänderung wird daher bei einem einzigen Temperaturkreislauf nicht groß sein, auch haben Form und Abmessungen des Stückes einen Einfluß auf diese Größe. Eine oftmalige Wiederholung der Erwärmung und Abkühlung kann aber eine bedeutende Formänderung zur Folge haben. Dabei wird eine Kugel immer eine Kugel bleiben, ein prismatischer oder zylindrischer Körper wird aber kürzer und dicker werden und sich so der Kugelform nähern.

Die Größe der bei plötzlichen Abkühlungen auftretenden, längs der Oberfläche verlaufenden Spannungen oder zusammenziehenden Kräfte kann näherungsweise ermittelt werden. Ein an der Oberfläche liegender Elementarstreifen vom Querschnitt F, der bei der Temperatur ϑ die Länge l_ϑ hatte und auf die Temperatur 0 ° abgekühlt wurde, sollte die dieser Temperatur entsprechende Länge l_0 haben. Da er aber von seiner Umgebung daran gehindert und von ihr auf die Länge l_ϑ gestreckt wird, übt sie eine Zugkraft

$$P = F\sigma \qquad (5)$$

auf ihn aus, wenn σ die Spannung je Flächeneinheit bedeutet. Nach Gleichung (3) ist aber

$$\frac{l_\vartheta - l_0}{l_0} = \beta\,\vartheta,$$

und da nach dem Grundsatz der Elastizitätslehre das Verhältnis der Dehnung zur ursprünglichen Länge gleich $\frac{\sigma}{E}$ ist, wobei E die Elastizitätszahl bedeutet, so ergibt sich durch Gleichsetzung

$$\sigma = E\,\beta\,\vartheta \qquad (6)$$

und

$$P = F\,E\,\beta\,\vartheta \qquad (7).$$

Die streckende Kraft ist daher verhältnisgleich der Temperatur und der Längenausdehnungszahl. Wegen des allmählichen Überganges der Temperaturen von einer Schicht zur andern ist eine genaue Auswertung selbst bei geometrisch einfachen Körpern nur ungefähr ausführbar.

Einen Beleg für das Verhalten oftmalig erhitzter und rasch wieder abgekühlter Körper (Nichtumkehrbarkeit der Wärmedehnung, Annäherung an die Kugelform) bildet das Stahlstück, Abb. 9. Es war ursprünglich ein Rechtkant von 165 mm Länge, 100 mm Breite und 25 mm Dicke. Nachdem es 374 mal auf etwa 600 ° angewärmt und in kaltem Wasser abgekühlt worden war, hatte die Länge auf 113,5 mm, die Breite auf 74 mm abgenommen und die Dicke auf 66,5 mm zugenommen. Das Stahlstück hatte die in Abb. 9 dargestellte Form angenommen. Die ursprünglich rechtwinkligen Kanten sind noch deutlich zu erkennen und würden auch bei noch öfterer Erwärmung und Abkühlung sichtbar bleiben, weil nach dem Eintauchen in Wasser die Kanten am raschesten erkalten und starr werden und dadurch einer Formänderung durch den inneren Teil am längsten Widerstand leisten können.

Um zu untersuchen, ob im Inneren des Stückes etwa eine Blasenbildung aufgetreten wäre und ob der Stoff sich sonstwie verändert habe, wurde das Stahlstück durch zwei aufeinander senkrecht stehende Schnitte geöffnet. Der Stoffverlust durch den Schnitt wurde durch ein eingesetztes Paßstück, Abb. 9, wieder ausgeglichen. Nimmt man es weg, so sieht man die genaue Form der Schnittfläche, Abb. 10. Die auf der linken Hälfte sichtbaren schwarzen Kreise entsprechen den Löchern für die nachträgliche Wiederbefestigung des Paßstückes. Die auf den Schnittflächen sichtbare Struktur rührt von der Ätzung her. Beachtenswert ist das Hervortreten der scharfen, ehemals rechtwinkeligen Kanten.

Zur weiteren Erläuterung der erhaltenen Form denke man sich durch das Stahlstück ein Achsenkreuz gelegt, Abb. 11, dessen Ursprung durch den Schwerpunkt geht und dessen x-, y- und z-Achse der ursprünglichen Länge, Breite und Dicke entspricht. Abb. 12, 13 und 14 zeigen die Ansicht des Stückes in der x-, y- und z-Richtung. In Abb. 13 sieht man nochmals das eingesetzte Paßstück. Abb. 12 zeigt die große Annäherung des ehemaligen Rechteckes an die Kreisform. Um die Größe der Formänderung zu zeigen, sind in Abb. 15, 16 und 17 maßstabrichtige Schnitte durch die yz-, xz- und xy-Ebene gezeichnet, wobei die ursprüngliche Form dünn, die endgültige Form dick ausgezogen ist.

Aus dem Verhalten des Probestückes erkennt man nun ohne weiteres, warum Stangen und Rohre, die betriebsmäßig wiederholt starken Temperaturunterschieden ausgesetzt sind, im Laufe der Zeit kürzer und dicker werden. Ähnliche Annäherungen von quadratischen Querschnitten an die Kreisform zeigt Abb. 18. Die dort gezeichneten Stabquerschnitte sind einer Arbeit von W. Haufe entnommen[5]). Obschon die Zahl der Tem-

[5]) W. Haufe, Der Einfluß von Si, Ni, Cr und Wo auf die Härtung von Werkzeugstahl, „Stahl und Eisen" Bd. 47 (1927) S. 1365.

Abb. 11
Rechtkant mit Achsenkreuz.

Abb. 12
Ansicht in der x-Richtung.

Abb. 13
Ansicht in der y-Richtung.

Abb. 14
Ansicht in der z-Richtung.

Abb. 12 bis 14
Ansichten des Stahlstückes, Abb. 9, nach den drei Richtungen eines Achsenkreuzes, dessen Nullpunkt man sich im Schwerpunkt des Stahlstückes denkt und dessen drei Richtungen der ursprünglichen Länge, Breite und Dicke entsprechen.

peraturkreisläufe verhältnismäßig gering war, zeigt sich doch deutlich der Übergang vom Quadrat zum Kreis.

Berechnung des Temperaturfeldes eines Rechtkants bei rascher Abkühlung

Um die Ursache der Formänderung des in Abb. 9 dargestellten Rechtkants näher zu untersuchen, wollen wir die Temperaturverteilung berechnen, die kurze Zeit nach dem Eintauchen des rotglühenden Stückes in kaltes Wasser vorhanden ist. Nach etwa 1 min war das Stück immer so weit erkaltet (das Gefäß mit Wasser darf nicht zu klein gewählt werden!), daß man es mit der Hand anfassen konnte. Sofort nach dem Eintauchen wurden die Eckpunkte und die Kanten schwarz, denen die ebenen Oberflächen von außen zur Mitte nachfolgten. Man konnte dem Stück genau ansehen, daß die Temperaturverteilung auf den Oberflächen zwar symmetrisch, aber durchaus ungleich in dem Sinne war, daß bis zum Eintreten des Temperaturgleichgewichts die Temperatur an den Kanten stets niedriger war als in der Mitte. Das Gesetz der Temperaturverteilung wird später angegeben. Man sieht daraus, wie falsch es ist, wenn Temperaturberechnungen mit der Annahme durchgeführt werden, eine gegebene Oberfläche habe eine bestimmte Zeit hindurch eine vorgeschriebene Temperatur oder übertrage eine vorgeschriebene Wärmemenge[6]). Eine solche Vorschrift kann naturgesetzlich nicht eingehalten werden. Wir können nur die Temperatur der Umgebung vorschreiben und unter Umständen ist selbst die genaue Einhaltung dieser Bedingung schwer genug.

Wir wollen uns ein Bild davon machen, welche Temperatur jeder beliebige Punkt des Rechtkants, z. B. 9 s nach dem Eintauchen des auf etwa 600 ° erwärmten Rechtkants in kaltes Wasser, hat. Die Temperatur des Wassers nehmen wir zu 0 ° an, damit die gerechneten Übertemperaturen gleich als wirkliche Temperaturen gelten können. Ferner wollen wir feststellen, wie die Temperatur bestimmter ausgewählter Punkte des Rechtkants im Laufe der Zeit abnimmt.

Die ausführliche Wiedergabe der etwas umständlichen Rechnung würde mit Rücksicht auf den Zweck dieser Arbeit zu weit führen. Da sie aber immerhin einigen praktischen Wert hat, soll darüber an andrer Stelle[7]) ausführlicher berichtet werden. Hier sei nur folgendes darüber gesagt: Die Temperatur eines Rechtkants in Abhängigkeit von Ort und Zeit läßt sich durch das Produkt dreier unendlicher Reihen darstellen:

$$\vartheta = \sum_1^\infty A_i e^{-a n_i^2 t} \cos n_i x \sum_1^\infty B_i e^{-a p_i^2 t} \cos p_i y \sum_1^\infty C_i e^{-a q_i^2 t} \cos q_i z \quad . \; . \; . \; (8).$$

Dies ist für den vorliegenden Fall die allgemeine Lösung der bekannten Differentialgleichung der Wärmeleitung

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} \right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (9).$$

Dabei bedeuten: A_i, B_i, C_i, n_i, p_i, q_i Festwerte, die aus den räumlichen und zeitlichen Grenzbedingungen zu bestimmen sind. a, die Temperaturleitzahl, beträgt 0,05 für Stahl. i bedeutet die Reihenfolge der ganzen Zahlen von 1 bis ∞, t die Zeit, und x, y, z sind die Koordinaten. Wie weit man mit i gehen muß, hängt von dem gegebenen Sonderfall ab. Im vorliegenden Falle konnte mit i für die erste Reihe mit 7, für die zweite mit 6 und für die dritte Reihe mit 5 das Auslangen gefunden werden. Hat man die Festwerte bestimmt, dann kann man für jeden beliebigen Punkt die Temperatur zu jeder gegebenen Zeit berechnen.

Ein deutliches Bild der Temperaturverteilung erhält man, wenn man für den gegebenen Zeitpunkt (9 s) die Linien gleicher Temperatur in beliebig gewählten Abständen (hier z. B. 25 °) für beliebig gewählte Schnittebenen des Stahlstückes aufzeichnet. Abb. 19 bis 21 stellen sie für die Schnitte der yz-, xz- und xy-Ebene dar. Die Temperaturverteilung in der yz-Ebene erhält man z. B. wenn man in Gl. (8) $x = 0$ setzt. Für y wählt man

[6]) Auf einen solchen Fall hat z. B. H. Gröber aufmerksam gemacht: Die Erwärmung und Abkühlung einfacher geometrischer Körper, Z. Bd. 69 (1925) S. 705.

[7]) Z. f. angew. Mathem. u. Mechanik Bd. 8 (1928) im Druck.

Abb. 15 bis 17
Maßstabrichtige Schnitte durch die yz-, xz- und xy-Ebene.

Abb. 18
Querschnitte von Stangen aus Werkzeugstahl.

1. Sorte SJ 1 nach 72maligem Härten
2. „ CR 1 „ 58 „ „
3. „ W 1 „ 43 „ „

Abb. 19 Temperaturverteilung in der yz-Ebene nach 9 s.

Abb. 20
Temperaturverteilung in der xz-Ebene nach 9 s.

Abb. 21
Temperaturverteilung in xy-Ebene nach 9 s.

passend gelegene Abschnitte und erhält dann für ein ebenfalls gewähltes z die Temperatur. Will man aber z für eine gegebene (oder gewählte) Temperatur ϑ (z. B. für $\vartheta = 200\,°$) berechnen, so muß man Gl. (8) nach z auflösen. Da dies algebraisch nicht möglich ist, muß es graphisch geschehen.

Will man den Verlauf der Temperatur eines bestimmten Punktes (z. B. eines Eckpunktes) in Abhängigkeit von der Zeit darstellen, so setzt man die Koordinaten dieses Punktes in Gl. (8) ein und berechnet ϑ für bestimmte Abschnitte von t. Zur Vereinfachung der Rechnung empfiehlt es sich, für t fortlaufende Vielfache von 2 oder 3 zu wählen, weil dann das zeitraubende logarithmische Berechnen der e-Potenzen durch bloßes Quadrieren der ersten berechneten Werte ersetzt werden kann. Zu empfehlen ist auch die Verwendung der Tafeln von K. Hayashi[8]) und einer Rechenmaschine. Abb. 22 stellt die Temperatur des Schwerpunktes, eines Eckpunktes und der Durchstoßpunkte der x- und z-Achse in Abhängigkeit von der Zeit dar. Man findet die naheliegende Voraussicht bestätigt, daß sich ein Eckpunkt am schnellsten, der Schwerpunkt am langsamsten abkühlen wird. Alle übrigen Punkte liegen bezüglich der Abkühlzeit dazwischen. Man sieht auch leicht ein, daß die Eckpunkte als Spitzen und auch die Kanten als scharfe Schneiden bei einer noch so großen Zahl der Temperaturkreisläufe nicht ganz verschwinden werden, auch wenn sich der ganze übrige Körper der Kugelform schon sehr weit genähert hat, weil sie erkalten und ihre Bildsamkeit verlieren, lange bevor durch das Erkalten der übrigen Teile ein abrundender Druck von innen auf die Außenhaut ausgeübt werden kann.

Es sei noch bemerkt, daß bei den oben beschriebenen Rechnungen die Anfangstemperatur des Stahlstückes gleich 1 und die Umgebungstemperatur gleich 0 gesetzt wurde. Dadurch erhält man jede gesuchte Temperatur als Bruchteil von 1 und zwar als Übertemperatur. Die wahre Temperatur in °C erhält man ohne weiteres durch Multiplikation mit der gegebenen oder willkürlich gewählten Anfangsübertemperatur des Körpers und Addition der Temperatur des umgebenden Raumes, die meist 10 bis 20° betragen wird.

[8]) K. Hayashi, Fünfstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen sowie der Funktionen e^x und e^{-x}. Leipzig 1921.

Abgeleitete Gesetzmäßigkeiten

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Ausdehnung und Zusammenziehung fester Körper durch die Wärme (Wärmedehnungsvorgang) sind im allgemeinen nichtumkehrbare Vorgänge.

2. Innerhalb enger Temperaturgrenzen kann der Wärmedehnungsvorgang als umkehrbar angesehen werden. Über die absolute Größe dieser Grenzen entscheidet die Art des untersuchten Stoffes.

3. Läßt man einen Körper wiederholt einen vollständigen Temperaturkreislauf vollziehen, so nähert sich der Wärmedehnungsvorgang dem Zustande der Umkehrbarkeit.

4. Ein Körper nähert sich dem Zustande der Umkehrbarkeit seines Wärmedehnungsvorganges um so mehr,
   a) je größer die Zahl der vollzogenen Temperaturkreisläufe ist,
   b) je weiter die Temperaturgrenzen auseinanderliegen, innerhalb welcher die Temperaturkreisläufe erfolgen.

5. Die bei einem vollständigen Temperaturkreislauf eintretende bleibende Formänderung ist um so größer, je rascher der Körper abgekühlt wird.

6. Jeder Körper sucht sich bei Abkühlungen aus Temperaturen, bei denen er bildsam ist, auf Temperaturen, bei denen er starr ist, der Kugelform zu nähern.

7. Je rascher die Abkühlung erfolgt, desto mehr nähert sich der Körper bei dieser Abkühlung der Kugelform.

8. Ein Körper nähert sich auch um so mehr der Kugelform, je größer die Zahl der im Sinne des Punktes 6 vollzogenen Temperaturkreisläufe ist. [B 1152]

Abb. 22
Temperatur einiger besonderer Punkte des Rechtkants in Abhängigkeit von der Zeit. Die Umgebungstemperatur ist gleich 0, die Anfangstemperatur des Stahlstückes gleich 1 gesetzt.

RUNDSCHAU
Aus dem Ausland

Abb. 1
Lageplan der Posttunnelbahn in London.

Verkehrswesen

Die Posttunnelbahn in London

Die Londoner Postverwaltung hat sich in einer Tunnelbahn ein Betriebsmittel geschaffen, das, den Verkehrsschwierigkeiten der überlasteten Großstadtstraßen ausweichend, Schnelligkeit und Sicherheit der Postbeförderung verbürgt[1]). Diese Bahn verbindet die wichtigsten Postämter miteinander und mit den benachbarten Bahnhöfen der unterirdischen und oberirdischen Eisenbahnen. Sie führt von dem im Ostbezirk White Chapel gelegenen Postamt über mehrere Haltestellen zum Westbezirk Paddington, Abb. 1. Haupthaltestellen sind das Hauptpostamt King Edward und das Hauptpaketamt Mount Pleasant. Die Länge der ausgebauten Strecke beträgt rd. 10 km; die gestrichelten Linien im Lageplan geben die geplanten Erweiterungen zu den Londoner Hauptbahnhöfen, so u. a. auch nach London Bridge, an.

Abb. 2
Tunnelquerschnitt.

Bautechnisches. Die Bauarbeiten hatten teils mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen. An verschiedenen Stellen wurden Schächte ausgehoben und von da nach beiden Seiten die Tunnel gegraben, bei Parcels Western z. B. ein Schacht von 2,75 m Dmr. und rd. 23 m Tiefe. Die Tiefenlage der Tunnel unter der Erdoberfläche wechselt naturgemäß mit den Geländeverhältnissen. Auch Streckensteigungen mußte man bisweilen in den Kauf nehmen.

Die Linien sind zweigleisig, Abb. 2, bei 610 mm Spurweite. Beide Gleise liegen in einem Tunnel von 2,75 m l. Dmr. In den Haltestellen, Abb. 3, betragen die Tunneldurchmesser 7 und 7,62 m, und beide Gleise werden zunächst in zwei getrennten Tunnelröhren geführt und wieder vereinigt. Besondere Lade- und Durchgangsgleise und Schleifen von 20 m Halbmesser sind vorgesehen, Abb. 4. Auf den Strecken betragen die kleinsten Krümmungshalbmesser rd. 120 m.

[1]) Vergl. „Engineering" Bd. 125 (1928) S. 92 u. f.

Stromzuführung. In Gleismitte, gegen die Fahrschienen überhöht, liegt eine isolierte Stromschiene, Abb. 5, von der Gleitschuhe an beiden Enden der Motorwagen den Strom abnehmen. Die Stromschiene ist in Abschnitte eingeteilt, die voneinander unabhängig sind und mit den Fahrschienen einen Stromkreis, den Steuerstromkreis, bilden. Die Spannung auf der freien Strecke beträgt 440 V, in den Einfahrtabschnitten vor den Haltestellen 150 V.

Der Strom wird als Drehstrom mit 11 000 V bezogen, zunächst auf 6600 V umgespannt und schließlich in Umformern in Gleichstrom von 440 V umgewandelt. Die auf den Haltestellen erforderliche Spannung von 150 V wird von Gleichstromumformern für 440/150 V geliefert.

Fahrzeuge. Alle Fahrzeuge sind als Triebwagen gebaut, Abb. 6 und 7. Zwei bis drei bilden einen Zug; ihre Länge beträgt 4 m, die Nutzlast rd. 500 kg. Zur elektrischen **Ausrüstung** gehören zwei parallel geschaltete Reihenschlußmotoren von je 22 PS bei 440 V, ferner ein mit den Motoren in Reihe geschalteter Widerstand und ein durch ein Solenoid betätigtes Bremsgestänge.

Zugbetrieb. Der Zugbetrieb wird von den an den Haltestellen befindlichen Schaltstellwerken, ähnlich der Warte in den neueren Kraftwerken, nur durch Bedienung von Hebeln und Druckknöpfen geleitet, Abb. 8. Die Strecke ist in die Stromkreise der freien Strecke, der Einfahrt- und der Haltestellenabschnitte, eingeteilt. Die jeweiligen Zugbewegungen erkennt man am Aufleuchten und Erlöschen von Signallampen auf einem Streckenplan an der Wand des Schaltstellwerkes. Unter diesem Plan sind Tafeln mit den Aufschriften der Haltestellen, Signallampen und Druckknöpfe angeordnet. Die ganze Anlage ist gleichzeitig als Zugsicherung ausgebildet, so daß z. B. kein Zug in einen besetzten Abschnitt abgelassen werden kann.

Eine Zugfahrt geht nun folgendermaßen vor sich: Der Bahnsteigbeamte gibt, sobald ein Zug abgefertigt ist, durch Fernmelder an den Fahrdienstleiter in der Warte das

Abb. 3
Postbahnhof King Edward.

Abb. 4
Gleisanlage im Postbahnhof King Edward.
a Abstellgleis *b* Durchgangsgleise *c* Halte- und Ladegleise *d* Abstellgleis *e* geplante Erweiterung nach London Bridge

Zeichen „abfahrbereit". Dieser setzt durch Umlegen eines Hebels den Bahnhofsabschnitt unter Strom, der Zug fährt an und kommt auf einen Streckenabschnitt mit Gefälle, das zur Beschleunigung des Zuges dient; der Abschnitt selbst ist stromlos. Hinter dem Gefälle beginnt der freie Streckenabschnitt mit 440 V Spannung. Nachdem der Zug diesen zurückgelegt hat, gelangt er in den Bremsabschnitt der nächsten Haltestelle. Infolge der hier vorgesehenen Steigung und der sich in dem stromlosen Abschnitt selbsttätig anlegenden Bremsen wird der Zug zum Stillstand gebracht. Nun folgt ein etwa 5 s dauernder Stromstoß aus dem Steuerstromkreis unter 440 V, der genügt, um den Zug in Gang zu setzen. Unter 150 V fährt er dann in die Haltestelle ein.

Abb. 5
Anordnung der Stromzuführungsschiene.

Abb. 6 und 7
Wagen der Post-Tunnelbahn.
a Gepäckräume *b* Motoren *c* Stromabnehmer *d* selbsttätiger Fahrschalter

Abb. 8
Schaltstellwerk der Londoner Postuntergrundbahn.

Soll der Zug halten, so wird er auf das entsprechende Gleis geleitet, wo ihn längs des Bahnsteigs angebrachte Bremsen stillsetzen. Soll er hingegen durchfahren, so wird er auf das Durchgangsgleis gelenkt und setzt seine Fahrt ohne weiteres fort.

Alle diese Vorgänge werden mittels eines auf dem Triebwagen angeordneten Fahrschalters selbsttätig eingeleitet, dessen mit Nocken versehene Welle drei Schützen betätigen. Die Schaltbewegungen des Fahrschalters werden durch einen Steuermotor ausgeführt, der mittels eines an den Gleisstromkreis angeschlossenen Relais Strom erhält oder nicht. Der Vorgang ist kurz folgender: Fährt der Zug in den Bremsabschnitt ein, so wird der Strom unterbrochen, die Schalterwelle dreht sich und der Zug wird in der oben geschilderten Weise zum Halten gebracht. Inzwischen hat sich die Welle weitergedreht und gelangt in die Stellung, in der der 440 V-Stromstoß zum Wiederanfahren einsetzt. Die dritte Stelle der Welle schließt den 150 V-Stromkreis und der Zug fährt ein.

In den Betriebswerkstätten wird der Strom zum Verfahren der Triebwagen durch Kabel zugeführt, die, an kleinen Laufkatzen befestigt, den Bewegungen der Lokomotiven folgen können. Ein zweites Zuleitungskabel bildet den Steuerstromkreis. Mit der Hand betätigte Schalter an den Fahrzeugen dienen für Vor- und Rückwärtsfahrt.

Für Störungsfälle in der Stromversorgung und um liegengebliebene Züge zu befördern, sind drei Lokomotiven vorhanden, die mit einer Sammlerbatterie von 163 Zellen und zwei Motoren von je 25 PS bei 350 V ausgerüstet sind. Mit Hilfe dieser Lokomotiven können ansehnliche Zuglasten befördert werden.

Zubringen und Verladen des Postgutes. Das Postgut wird jeweils durch verschiedene Förderanlagen

Abb. 9
Marineflugzeug von Fokker für Bomben- und Torpedoflug. Zwei Doppel-Maschinengewehre mit gutem Schußfeld.
Geschwindigkeit 165 bis 200 km/h. Flugbereich 1200 km.

von den Postbahn-Haltestellen den Postämtern, den Fernbahnhöfen und Untergrundbahnhöfen und umgekehrt so zugeführt, daß es unmittelbar in fahrbare Behälter gelangt, die, mit den Abmessungen der Verladeräume auf den Fahrzeugen übereinstimmend, zu ebener Erde vom Bahnsteig aus in die Wagen gebracht werden. Von den zahlreichen Anlagen dieser Art sei das unterirdische Förderband vom Postbahnhof Paddington zum benachbarten Untergrundbahnhof genannt.

Im Mittel kann man in 3 bis 4 min einen Zug abfertigen, in 20 h also 300 bis 400 Züge. So werden in der größten Stadt der Welt mit nur wenig Bedienung die Riesenmengen Postgut in kürzester Zeit bewältigt.

[M 1520] Rothhaas.

Zweimotoriges Wasserflugzeug für Torpedo- und Bombenangriff von Fokker

Mit der Bauart T IV hat Fokker, Amsterdam, einen neuen Zweimotoren-Hochdecker herausgebracht, der besonders als Bomben- und Torpedo-Flugzeug gedacht ist, aber auch nach einigen Änderungen in Fahrgestell und Rumpf für Verkehrszwecke benutzt werden kann. Das Flugzeug, Abb. 9 bis 12, ruht auf zwei Schwimmern. Die Motoren hängen unter dem Flügel und sind gegen die Schwimmer durch eine Reihe von Streben abgestützt. Die Schwimmeinrichtung kann man auch durch ein Fahrgestell ersetzen. Unter dem Rumpf zwischen den Schwimmern sind alle Verstrebungen vermieden, damit die Geschosse, Torpedos oder Bomben, frei fallen können.

Wie bei den Fokker-Hochdeckern üblich, so besteht auch das Flügelgerüst der Bauart T IV aus zwei Holmen von voller Flügellänge mit senkrecht dazu liegenden Rippen. Als Flügelhaut dient Sperrholz. Durch kleine Aluminiumdeckel kann das Innere überprüft werden, so auch die Kabel für die Querruder.

Für das Aufrüsten hat man auf der Oberseite des Tragdecks besondere Haken angebracht. Die Querruder, die vollständig aus Holz bestehen, sind lang, schmal und nicht ausgeglichen. Die Triebwerkverschalung aus Aluminiumblech läuft weich in die Flügelnase über und ist zum Schutz gegen die heißen Auspuffgase etwas über dem Flügel fortgesetzt.

Der Rumpf. Der Rumpf, wie bei Fokker üblich aufgebaut aus nahtlos gezogenen Stahlrohren in Schweißverbindung, ist in den vorderen Seitenfeldern durch Stahlrohre, in den rückwärtigen durch Klaviersaitendrähte ausgekreuzt.

Abb. 10 bis 12
Fokker T IV. Zweimotoriges Doppelschwimmerflugzeug für Torpedo- und Bombenangriff. Schwimmeinrichtung gegen Radgestell auswechselbar;
Triebwerkleistung 2 × 450 PS.

Im Rumpf folgen von vorn nach hinten auf den vorderen Beobachter- und Maschinengewehrstand die beiden Führersitze, der Bombenraum und der rückwärtige Beobachter- und Maschinengewehrstand.

Die verschiedenen Plätze sind untereinander zugänglich. Auf jeder Seite des Bombenraumes liegen kräftige Streben, an denen die Bolzen für die Flügelbefestigung und Knotenpunkte des Schwimmgestells angeschweißt sind.

Der vordere Maschinengewehrstand hat ein ausgezeichnetes Gesichts- und ein umfangreiches Schußfeld. Hier hat man auch genügend Raum, um die verschiedenen Geräte für Bombenwurf und Navigation unterzubringen.

Die beiden Führersitze liegen nebeneinander und so hoch, daß man von ihnen über die Motorengondeln die Flügelenden sehen kann. Sie sind beide einstellbar und können für den Durchgang zusammengelegt werden. Der Rumpf ist so gebaut, daß bei Zerstörung eines Stahlrohres durch Propellerbruch noch immer genügend Sicherheit für die Fortsetzung des Fluges aufrechterhalten bleibt.

Das Flugzeug ist mit Doppelsteuerung ausgerüstet. Seine Steuerhebel aus nichtmagnetischem Baustoff ver-

meiden eine Beeinflussung des Kompasses. Alle Ruder werden durch Kabel betätigt. Der Führerraum enthält die üblichen Geräte für Ortung und Motorüberwachung, für die Kühlereinstellung und Zündung, auch Kurbeln für die Nachstellung der Leitflächen.

Im Bombenraum (Abmessungen 1,35 × 1,35 × 2,30 m) können Träger für verschiedenartige Bomben innerhalb des Rumpfes angebracht werden, z. B. vier Bomben zu je 200 kg oder 18 Bomben zu je 50 kg usw. Für die Mitnahme des Torpedos an Stelle der Bombenlast wird eine besondere Aufnahmevorrichtung an der Unterseite des Rumpfes angebracht.

Die Abmessungen des Raumes für den rückwärtigen Maschinengewehrschützen betragen 1,3 × 1,3 × 4,3 m; hier kann man Bild- und Funkgerät, Ersatzmunition und Signalgeräte unterbringen. Etwa auf halber Länge dieses Raumes zeigt der Rumpf an der Unterseite einen scharfen Knick, der ein genügend großes Schußfeld auch nach unten und hinten sichert.

Um jede Berührung mit dem Wasser zu vermeiden, hat man das Leitwerk des Flugzeugs hochgelegt. Die Flosse des Seitenleitwerks ist auffällig groß und soll nach Einstellung selbst bei Ausfall eines Motors das Kurshalten beim Niedergehen auf das Wasser ermöglichen. Auch die Höhenflosse kann man während des Fluges vom Führersitz aus nachstellen. Das Leitwerk ist vollständig aus Stahlrohren aufgebaut und mit Stoff bespannt. Seiten- und Höhenruder sind ausgeglichen.

Der Unterbau. Jeder der beiden Schwimmer hat einen Inhalt von 6,15 m³ und besteht vollständig aus Duraluminium. Jeder der sechs Einzelräume ist durch Mannlöcher auf der Oberseite zugänglich. Stromlinienrechte N-Streben stützen die Schwimmer gegen den Rumpf ab.

Das Triebwerk. Als Triebwerk dienen zwei 450 PS-Lorraine-Dietrich-Motoren mit Untersetzungsgetriebe; jedoch kann an deren Stelle jeder beliebige andre wasser- oder luftgekühlte Motor von nicht weniger als 450 PS Leistung treten.

Die Motoren ruhen auf zwei Längsholmen über dem Flügel. Stromlinienrechte Verkleidung und Propellerhaube geben den Motorengondeln die Form geringstmöglichen Widerstandes.

Der Brennstofftank kann 1500 l aufnehmen und ist in der Mitte des Flügels zwischen den Holmen eingebaut. Die Ölbehälter in der Flügelnase unmittelbar hinter den Motoren nehmen je 40 Liter auf. Der Röhrenkühler unter jedem Motor ist zwecks Regelung der Kühlwasser-Temperatur ausschwenkbar.

Abmessungen und Bauzahlen

Spannweite	25,8 m
Länge	16,6 „
Höhe	6,0 „
Flächeninhalt	96 m²
Rüstgewicht	4150 kg
Nutzlast	2400 „
Fluggewicht	6550 „
Flächenbelastung	68 kg/m²
Leistungsbelastung	7,3 kg/PS
Höchstgeschwindigkeit	200 km/h
Reisegeschwindigkeit	165 „
Landegeschwindigkeit	95 „
Flugdauer	7,5 h
Flugbereich	1200 km
Steigzeiten auf 1000 m	6,8 min
2000 m	16 „
3000 m	29 „
Gipfelhöhe praktisch	3700 m

Triebwerk: Zwei 450 PS Lorraine Dietrich-Motoren; 12 Zyl. in W-Form; Verdichtungsverhältnis 1 : 6; Untersetzungsgetriebe; Dauerleistung 450 PS bei 1700 Uml./min.

Bei den amtlichen Prüfungen wurde eine Höchstgeschwindigkeit von 210 km/h erreicht. Die Startzeit betrug bei einem Wind von 4 m/s 19 s. Bei denselben Prüfungen erreichte man eine Gipfelhöhe von 4200 m. Die Seetüchtigkeitsprüfungen wurden sowohl in ruhigem Wasser als auch auf hoher See vorgenommen und sollen gezeigt haben, daß der Fokker T IV die Ansprüche erfüllt, die beim heutigen Stande der Technik an ein solches Flugzeug gestellt werden dürfen. [M 1422]

Berlin Dr.-Ing. F. Goßlau

Dampfkraft

Die Hochdruckanlage „Gotlands Kraftwerk" in Slite auf Gotland[1])

Auf der Insel Gotland, die etwa 90 km von der schwedischen Ostseeküste entfernt liegt und trotz ihrer geringen Größe (3000 km²) wirtschaftlich durch eine hochentwickelte Zementindustrie Bedeutung hat, ist das bereits vorhandene Kraftwerk Slite im Jahre 1925 von der Aktiebolaget Skandinaviska Elektricitetsverk übernommen und erheblich ausgebaut worden. Wegen des hohen Belastungsfaktors (75 vH), der darauf zurückzuführen ist, daß beinahe alle Kraftverbraucher Zementfabriken sind, die Tag und Nacht mit gleichmäßiger Belastung arbeiten, ferner wegen des sehr hohen Kohlenpreises (20 Kr/t frei Slite) erwiesen sich mehrere Verbesserungen in dampftechnischer Hinsicht, namentlich ein hoher Kesseldruck, als wirtschaftlich.

Die Anlage umfaßt hauptsächlich fünf Dampfkessel, drei ältere Niederdruckkessel und zwei neue Hochdruckkessel für 45 at abs, je 210 m² Kesselheizfläche und je 10 000 kg/h Höchstleistung. Für einen dritten Hochdruckkessel ist Platz vorgesehen. Die neuen Kessel, die die Firma STAL, Finspong, geliefert hat, haben Dano-Stokerfeuerung und sind Teilkammerkessel mit fünf Rohren in jedem Rohrbündel und nahtlos geschmiedeten Trommeln. Um die Abgase weitgehend auszunutzen, hat man außer Speisewasservorwärmern von je 82 m² Heizfläche noch sehr große Luftvorwärmer — von je 730 m² Heizfläche — eingebaut. Die Kessel haben ferner je einen Hochdruck- und einen Zwischenüberhitzer, in denen der Dampf auf 400° erhitzt wird.

Die Maschinenanlage umfaßt zwei ältere Gegenlauf-Kondensationsturbinen der Firma STAL gewöhnlicher Bauart (14 at abs, 400 kW), die ebenso wie die Niederdruckkessel in Bereitschaft stehen, und die neue Maschinenanlage, die aus zwei Teilen besteht: In der Hochdruck-Gegendruckturbine expandiert der Dampf von 40 auf 10 at abs, strömt dann durch den Zwischenüberhitzer, wo er wieder auf 400° erhitzt wird, wird der Kondensationsturbine mit 9,5 at abs zugeleitet und hier auf 0,025 at abs entspannt. Als Kühlwasser wird Meerwasser verwendet. Die Nennleistung der Hochdruckturbine beträgt 1000, die der Niederdruckturbine 3000 kW. Beide Turbinen sind Gegenlauf-Radialturbinen, Bauart STAL-Ljungström. Sie sind elektrisch so geschaltet, daß sie wie eine einzige Maschine arbeiten. Im allgemeinen ist nur der Regler der Hochdruckturbine in Tätigkeit, während der Regler der Niederdruckturbine so eingestellt ist, daß er lediglich bei plötzlicher Entlastung eingreift.

Der Dampf tritt in die Mitte des Schaufelsystems ein und strömt radial nach außen. Die axial liegenden Schaufeln sind in Ringe eingesetzt, die abwechselnd auf beide Turbinenseiten aufgespannt sind. Die Schaufelringe des einen Rades laufen in den Räumen zwischen den Ringen des andern, wobei sich die Räder in entgegengesetzter Richtung drehen. Die Turbine hat also keine stillstehenden Schaufeln, sondern die Schaufeln des einen Rades dienen als Leitschaufeln für das nächste Rad, wodurch die Relativgeschwindigkeit von Leit- und Laufrad infolge der entgegengesetzten Drehung doppelt so groß ist wie bei Turbinen mit festen Leitschaufeln.

Mit den beiden Turbinenscheiben sind Drehstrommaschinen unmittelbar gekuppelt, die je die halbe Turbinenleistung aufnehmen. Sie laufen mit 3000 Uml./min bei 50 Per./s, die Spannung beträgt 525 V bei $\cos \varphi = 0,8$. Die Maschinenspannung wird mittels zweier 1500 kVA-Transformatoren auf 33 000 V erhöht. In der Schaltanlage sind zwei Niederspannungsschienensätze vorhanden, von denen der eine eine nahe am Kraftwerk gelegene Zementfabrik, der andre die Hilfsmaschinen des Kraftwerks speist. Außerdem sind noch zwei Schienensätze für Hochspannung vorhanden, die die Ortschaften Visby und Valleviken speisen. Es ist jedoch geplant, das Hochspannungsnetz bedeutend zu erweitern, da dem Kraftwerk die Stromlieferung für die ganze Insel übertragen werden soll. Daher hat man im Kessel-, Maschinen- und Schalthaus reichlich Platz für die geplanten Erweiterungen freigelassen.

Bemerkenswert ist noch die Wasseraufbereitungsanlage. Das Kondensat wird zunächst in den Ölkühler gefördert, strömt dann durch den Kondensator für die Dampfejektoren und für den Stopfbüchsendampf, wo es die Reibungswärme der Lager und die Wärme des Ejektor- und Stopfbüchsendampfes aufnimmt, und schließlich in den Luftabscheider; hier wird die Luft durch Abdampf ausgekocht und durch einen Ejektor weggeführt. Die Temperatur von etwa 80° des nunmehr völlig entgasten Wassers wird im Niederdruckvorwärmer durch Anzapfdampf der Niederdruckturbine auf 120, im Hochdruckvorwärmer durch Anzapfdampf der Hochdruckturbine auf 150° und endlich im Rauchgasvorwärmer auf rd. 185° erhöht. Als Zusatzwasser wird Meerwasser benutzt, das in einem Verdampfer von der Contraflo Engineering Co., London, gereinigt und entgast wird. Die Zusatzwassermenge beträgt bei Nennlast rd. 2 vH der umlaufenden Wassermenge.

Die Hochdruckanlage des Gotland-Kraftwerkes kam Ende Juli 1927 in Betrieb. Nach einigen geringen, leicht

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) Nr. 7 S. 201.

beseitigten Störungen an den Wasserständen, den Rosten und Gewölben der Kessel, sowie am Luftvorwärmer und an den Hochdruckarmaturen arbeitet die Anlage bis heute einwandfrei und sehr wirtschaftlich. Der mittlere Kohlenverbrauch von 0,54 kg/kWh entspricht bei einem oberen Heizwert der Kohle von 7500 kcal/kg 4080 kcal/kWh Wärmeverbrauch und 21 vH Gesamtwirkungsgrad.

[N 1687] Pt.

Englische Dampfdüsenversuche

Der englische Dampfdüsen-Ausschuß (Steam-Nozzles Research Committee) hat Mitte Januar d. J. der Institution of Mechanical Engineers seinen 5. Bericht vorgelegt[1]). Während bei den bisherigen Versuchen[2]) der Dampf gegen 1 at ausströmte, wurden die letzten Versuche mit 3,15 at Gegendruck durchgeführt. Dies machte eine Erhöhung des Anfangsdruckes und der Anfangsüberhitzung notwendig; zu diesem Zwecke wurde ein eigener, mit Gas gefeuerter Überhitzer aufgestellt, der die Überhitzung der Höchstdampfmenge von 3600 kg/h bei 10,5 at um 55 ° auf 110 ° über die Sattdampftemperatur steigern kann. Zur genauen Messung der Drücke, insbesondre bei niedrigen Dampfgeschwindigkeiten unter 240 m/s, erwies sich ferner der Einbau eines Quecksilber-Differentialmanometers zur Ergänzung der bisher benutzten Röhrenfedermanometer als erforderlich.

Bei den Versuchen wurden die Geschwindigkeitszahlen von Gleichdruckdüsen mit 20 ° Austrittwinkel und 1 mm sowie 4,75 mm dicken Stegen bestimmt, die sich von den Düsen des 2. und 3. Berichts nur durch geringere Höhe — 32 mm gegen 51 mm — unterscheiden; hierbei wurden wie früher Düsen mit verschieden langen parallelwandigen Austrittsteilen gemessen.

Die Ungenauigkeit der Messungen soll bei niedrigen Geschwindigkeiten ± 2 vH, bei mittleren ± 1 vH, bei hohen ± 0,75 vH nicht überschreiten; diese Angaben gelten aber für die Geschwindigkeitsbeiwerte, so daß die Ungenauigkeit der gemessenen Düsenwirkungsgrade, den Quadraten der Geschwindigkeitsbeiwerte entsprechend, doppelt so groß ist.

Alle Versuche an den 32 mm hohen Turbinendüsen zeigen, wenn auch einzelne Fälle ein wenig kleinere Geschwindigkeitszahlen ergaben, daß bei dem höheren Gegendruck von 3,15 at kein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Gegendruck von 1 at festzustellen ist. Für gleiche Geschwindigkeiten waren die Geschwindigkeitsbeiwerte bei beiden Gegendrücken praktisch gleich.

Der Bereich der Untersuchungen wurde bereits im 3. Bericht[3]) auf gerade, rechtwinklig abgeschnittene Düsen mit langem, parallelem Austritt und kreisrundem Querschnitt ausgedehnt, also auf Düsen, die im Dampfturbinenbau gar nicht, in der Meßtechnik nur selten verwendet werden. An diesen Düsen wurde nunmehr auch der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit geprüft, indem einmal ein feines Whitworthgewinde von 24 Gängen auf 1″ mit 0,7 mm Gangtiefe, das andre Mal ein grobes Gewinde mit 8 Gängen auf 1″ und 2 mm Gangtiefe eingeschnitten wurde; in jedem Fall wurden Düsen mit glattem und mit rauhem Einlauf untersucht. Die an diesen Düsen gemessenen Geschwindigkeitsbeiwerte scheinen — im Gegensatz zu den sonst herrschenden Anschauungen — auffallend hoch, der Einfluß der Rauhigkeit scheint also verhältnismäßig gering.

Um den Einfluß der Düsengröße festzustellen, wurden zwei geometrisch ähnliche gerade Düsen mit langem, parallelem Austritt und kreisrundem Querschnitt untersucht, wovon die kleinere 12,7 mm Dmr. bei 35 mm Länge hatte, während die größere 3,5mal so groß war. Innerhalb des ganzen Gebietes der untersuchten Wärmegefälle und Geschwindigkeiten (etwa 100 bis 550 m/s) erwiesen sich die Geschwindigkeitszahlen der Düsen als unabhängig von ihrer Größe.

Schließlich zeigte eine besondre Versuchsreihe, daß bei geraden Düsen auch die Querschnittform — kreisrund, quadratisch, rechteckig mit verschiedenen Seitenverhältnissen — für die Geschwindigkeitszahlen unerheblich ist. Die Versuche sollen nach einem erweiterten Plan fortgesetzt werden.

Von den Versuchen des englischen Düsenausschusses teilweise abweichende Ergebnisse und Folgerungen haben Versuche andrer Forscher geliefert[4]). Ohne hierauf näher einzugehen, sei hier nur ein grundsätzlicher Einwand nicht nur gegen die englischen, sondern gegen alle ähnlichen Düsenversuche vorgebracht: Der Arbeitsvorgang einer Dampfturbine spielt sich in einem gekrümmten Kanal von veränderlichem Querschnitt ab, der im einfachsten Falle, der einstufigen, vollbeaufschlagten Turbine, aus den Düsen, dem Spalt und den Laufschaufeln besteht. Pufft die Düse in einen freien Raum aus, so stellt sich in jedem Punkte der Düsenmündung annähernd der gleiche Gegendruck ein. Folgt jedoch auf die (schräg abgeschnittenen) Düsen der enge Spalt und auf diesen der umlaufende Laufschaufelkranz, so stellen sich in den verschiedenen Punkten des Düsenaustritts verschiedene Drücke, und zwar andere Drücke ein als bei freiem Auspuff. Es ist daher vom strömungstechnischen Standpunkt aus unrichtig, nur einen Teil des Turbinen-Dampfkanals, nämlich die Düse, zu untersuchen, und anzunehmen, die Strömung in diesem Teilkanal gehe genau so vor sich wie in dem entsprechenden Stück des vollständigen Kanals. Nur Untersuchungen an einer vollständigen Turbinenzelle, bestehend aus Düsen und umlaufendem Laufrad, also nur Versuche an der wirklichen Maschine, sind daher für den Wirkungsgrad von Turbinenbeschauflungen und Turbinen von wirklich praktischem Wert. Einen Versuch am vollständigen Turbinenkanal, jedoch mit ruhender Vorrichtung, hat Faltin[5]) ausgeführt.

Die Arbeiten des englischen Ausschusses sollen hierdurch in ihrer Bedeutung als Vergleichversuche nicht herabgewürdigt werden. Immerhin scheint es zu weitgehend, wenn man behauptet[6]), verschiedene Turbinenfabriken hätten die vom englischen Dampfdüsenausschuß als die beste erkannte Düsenform erst infolge der englischen Versuche kennengelernt und ausgeführt und in einem besondren Fall sogar zum Patent angemeldet. In Wirklichkeit hat man Düsen der beschriebenen und von ähnlichen Formen für Gleichdruckdüsen sowie für Überdruck-, Leit- und Laufschaufeln schon seit Jahren verwendet.

Während der englische Dampfturbinen-Ausschuß lediglich die Geschwindigkeitszahlen von Dampfdüsen ermitteln will, hat sich der Dampfturbinenbau auf unserem Festland in den letzten Jahren von der bloßen Betrachtung der Düsen- und Schaufelverluste frei gemacht und sich mehr mit den übrigen Energieverlusten in den Turbinen, insbesondre den Randverlusten, beschäftigt. Im Zusammenhang hiermit hat das Interesse für Düsenwirkungsgrad-Messungen beträchtlich nachgelassen. Die theoretischen und praktischen Düsenuntersuchungen der jüngsten Zeit widmen sich fast ausschließlich der Bestimmung der Ausflußzahlen von einfachen Mündungen und Stauscheiben sowie von erweiterten Düsen, also der Dampfmengenmessung[7]). Da ein zuverlässig arbeitender Dampfmesser von der Genauigkeit elektrischer Meßgeräte für die gesamte dampfverbrauchende Industrie von unschätzbarer Bedeutung wäre, ist diese Entwicklung der Dampfdüsenforschung vom wissenschaftlichen wie vom praktischen Standpunkt aus wärmstens zu begrüßen. [N 1624]

Berlin Dr.-Ing. A. Löwy

[1]) Vergl. „Engineering“ Bd. 125 (1928) S. 107, 109, 117, „The Engineer“ Bd. 145 (1928) S. 95, 105.

[2]) Vergl. Kraft, „Neuer Versuch mit Dampfturbinendüsen“, Z. Bd. 68 (1924) S. 182.

[3]) Vergl. „Engineering“ Bd. 117 (1924) S. 657 u. f.

[4]) Vergl. Flügel, „Hydraulische Probleme“ S. 139 u. f.; Warren und Keenan, „A method for testing steam turbine nozzles by the reaction method“, „Mechanical Engineering“ Bd. 48 (1926) S. 227; A. Loewy, Neue amerikanische Düsenversuche“ Z. Bd. 70 (1926) S. 895.

[5]) Vergl. Faltin, „Spaltdruck und Laufradverlust“, Z. Bd. 70 (1926) S. 1582.

[6]) Vergl. „Engineering“ Bd. 125 (1928) S. 174.

[7]) Aus dem überaus reichhaltigen Schrifttum sei hier nur angeführt: Jakob, Versuche aus dem Gebiete der Wärmekraftforschung, Z. Bd. 72 (1928) S. 379; Forschungen über Dampfmengenmessung, VDI-Nachrichten 21. März 1928.

Eisenhüttenwesen

Schwammeisen als Zusatz zum Einsatz im Stahlschmelzofen

Unter Schwammeisen versteht man Eisen, das man bei einer unterhalb der Schmelztemperatur des Eisens liegenden Temperatur unmittelbar aus dem Eisenerz reduziert hat. Wichtig ist hierbei der Grad der Reduktion, d. h. ob das Eisen als metallisches Eisen oder noch in der Form von Eisenoxyd in dem Erzeugnis enthalten ist, sodann die Menge der schädlichen Verunreinigungen, und ob diese Verunreinigungen an das Eisen gebunden sind oder nicht[1]).

In der Hauptsache wird Schwammeisen z. Z. von der Hoeganaes-Billesholms A. B., Helsingborg, Schweden[2]), hergestellt, und zwar mit rd. 97 vH Fe mit weniger als 4 vH FeO. Die schädlichen Beimengungen sind infolge des Herstellverfahrens nur in Form tauber Gesteine in geringen Mengen SiO_2 in dem Schwammeisen vorhanden. Das Schwammeisen enthält ferner 0,01 bis 0,013 vH P, Schwefel in der Verbindung CaS (0,025 vH), kein Silizium, 0,025 vH Mn, Vanadium wahrscheinlich in der Verbindung V_2O_5 (0,13 bis 0,15 vH) und 0,03 vH freien Kohlenstoff. Die Hoeganaes Co. stellt jetzt jährlich 15 000 t Schwammeisen

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1327.

[2]) „The Iron Age“ Bd. 121 (1928) S. 1391.

(spezifisches Gewicht 2) her, das in runden Scheiben von rd. 250 mm Dmr. und 50 bis 60 mm Dicke geliefert wird.

Bei der Herstellung der meisten Stahlsorten setzt man im Siemens-Martin-Ofen 7 bis 25 vH und im Elektroofen 15 bis 30 vH Schwammeisen dem Einsatz zu, wobei 50 vH als größte Zusatzmenge betrachtet werden. Man hat jedoch auch schon aus 100 vH Schwammeisen Stahl hergestellt, wobei man Koks, Elektroden usw. als Kohlungsmittel verwendet hat.

Bisher hat man aus Schwammeisen als Zusatz zu Schrot und Roheisen Flußstahl für nahtlose Röhren hergestellt. Das Schmelzen und Raffinieren der Beschickung ging rascher vor sich als bei gewöhnlicher Zusammensetzung; der Flußstahl vergoß sich klar, leichtflüssig und zusammenhängend. Der Werkstoff war frei von Rotbrüchigkeit. Die Röhrenknüppel konnte man leichter und mit geringem Ausschuß lochen. Neuerdings verwendet man Schwammeisen vielfach als Zusatz zu Stahl für Draht besserer Sorten, wie Kabeldraht, Federstahl und Sonderdraht, um die Festigkeit, Biegsamkeit und Verdrehbarkeit der Drähte zu erhöhen.

[N 1699] Ste.

Kleine Mitteilungen

Ausnutzung der Meereswärme

Eine nach dem Verfahren von Claude und Boucherot arbeitende Versuchsanlage, die die Ausführbarkeit dieses Gedankens in großem Maßstab in den Tropen beweisen soll, ist vor kurzem in Ougrée-Marihaye, Belgien, von Mitgliedern der französischen Akademie der Wissenschaften besichtigt worden. Die Anlage nutzt die Wärme des Abwassers eines Stahlwerkes aus, während das Kühlwasser aus der Maas entnommen wird. Das Warmwasser wird in einen Unterdruckverdampfer gefördert, worin es teilweise verdampft, indem es sich um 3 ° abkühlt. Der Rest des Wassers fließt sofort ab. Der Dampf leistet sodann in einer Dampfturbine von 1 m Laufraddurchmesser Arbeit und wird in einem Kondensator niedergeschlagen, dessen kaltes Kühlwasser sich dabei um 3 ° erwärmt. Beim Umpumpen von je 750 m³/h warmem und kaltem Wasser von 15 bis 20 ° Temperaturunterschied soll die mit einem Stromerzeuger gekuppelte Dampfturbine bei 5700 Uml./min 55 bis 60 kW geleistet haben. Für das Umpumpen der Wassermengen und für den Betrieb des Kondensators wurden 18 bis 20 kW verbraucht. In diesem Verbrauch ist aber noch nicht die erhebliche Hubarbeit enthalten, die nach dem wirklichen Plan beim Fördern des kalten Wassers aus größerer Meerestiefe in Betracht käme. („The Engineer" 15. Juni 1928 S. 673) [N 1752 a] H.

Materialprüfmaschine für 1250 t Belastung

Um Eisenkonstruktionsglieder für die Brücke über den Hafen in Sydney im ganzen auf Zug, Druck und Biegung prüfen zu können, hat die Firma W. and T. Avery, Ltd., Birmingham, eine Druckwasser-Prüfmaschine gebaut, die gestattet, Rundproben von 150 mm Dmr. und Flachproben bis zu 300 × 75 mm² bei 15,2 m größter Länge auf Zug und Säulen oder zusammengesetzte Eisenkonstruktionsglieder bis zu 1143 mm² Querschnitt und 15,2 m größter Länge bei aufliegenden oder freitragenden Enden auf Druck zu prüfen. Für Querbiegeproben ist etwa 6100 mm größte Länge bei 1143 mm² Querschnitt möglich. Ein Vorzug der Maschine ist, daß auch Biegebelastungen von Eisenkonstruktionen bis zu einer Gesamtlänge von 15,2 m ausgeführt werden können.

Durch die Prüfung von zusammengebauten Konstruktionsgliedern soll ein Bild über die wirklichen Belastungsmöglichkeiten dieser Glieder gegenüber den Berechnungen geschaffen werden. Ein Seil von 9 m Länge und 70 mm Dmr., das aus 217 Drähten bestand, sollte nach der Berechnung bei einer Zugbelastung von 320 bis 350 t brechen. Tatsächlich brach es bei 364 t Zugbelastung. Ein Eisenkonstruktionsglied von 11,2 m Länge, 1092 mm Breite und 380 mm Höhe aus Siliziumstahl von 38 bis 45 kg/mm² Festigkeit brach bei 855 t. („Engineering" 8. Juni 1928 S. 697)

[N 1752 h] Ste.

Elektrische Zugförderung in Marokko

Mit der Umstellung der Strecken Casablanca – Kourigha und Casablanca – Rabat im Jahre 1927 werden in Marokko 255 km Bahnstrecke elektrisch betrieben, und zwar mit Gleichstrom von 3000 V. Bereits 10 Lokomotiven von je rd. 1000 PS und 10 Triebwagen von je 500 PS sind in Dienst gestellt, 16 Lokomotiven für je 1400 PS Leistung sind im Bau. Die Umstellung brachte auf den genannten Strecken eine beträchtliche Fahrzeitverkürzung. Gebremst wird elektrisch, im Gefäll arbeiten die Motoren als Stromerzeuger auf das Netz. Eigene Bahnkraftwerke sind nicht vorhanden, sondern die Bahn bezieht Drehstrom von 60 000 V aus dem Netz der Marokkanischen Elektrizitätsgesellschaft. Die Bahnunterwerke mit Gleichstromumformern sind in rd. 60 km Abständen errichtet. Gegenwärtig erzeugt die Elektrizitätsgesellschaft ihren Strom noch allein in dem Wärmekraftwerk Roches-Noires bei Casablanca, etwa gegen Ende 1929 wird auch ein Wasserkraftwerk mit 25 000 kW Leistung das Land und weitere für die Umstellung in Frage kommende Bahnlinien mit Strom versorgen. („Le Genie Civil" 16. Juni 1928 S. 395) [N 1752 e] Ro.

Versuchsvorortzüge der Schweizerischen Bundesbahnen

Im Vorortverkehr Basel – Olten und Zürich – Rapperswil haben die Schweizerischen Bundesbahnen zwei Versuchzüge, bestehend aus einem vierachsigen Triebwagen, drei Doppelwagen und einem Zugführerwagen ohne Motoren in Dienst gestellt. Der Triebwagen mit 1000 PS Leistung kann vom Zugführerwagen aus gesteuert werden, so daß bei der Fahrtrichtung mit Zugführerwagen voraus der Triebwagen den Zug schiebt. Der Triebwagen dient gleichzeitig als Gepäckwagen, der Führerwagen hat nur zweite Klasse. Die Personenwagen sind je zu zweien mittels Kurzkupplung verbunden und mit Übergang versehen; die Türen werden selbsttätig geschlossen und vom Führer elektrisch ausgelöst. 450 Personen können mit diesem Vorortzug befördert werden. (Schweiz. Bauztg. 16. Juni 1928 S. 300*)

[N 1752 d] Ro.

Entwicklung der schnellaufenden Verbrennungsmotoren

Im Rahmen der Vortragsreihe, die anläßlich der Hundertjahrfeier der Institution of Civil Engineers, London, stattfand, sprach auch H. R. Ricardo über den schnelllaufenden Leichtmotor. Den höchsten thermischen Wirkungsgrad von 39,5 vH, bezogen auf die Nutzleistung an der Welle, lieferte bisher der Napier-Rennwagenmotor, der 1927 im Wettbewerb um den Schneider-Pokal gesiegt hat. 38,8 vH Wirkungsgrad lieferte ein schnellaufender Dieselmotor von 203,2 mm Zyl.-Dmr. und 1000 Uml./min im Prüffeld des Royal Aircraft Establishment. Ein mittlerer Lastkraftwagen-Vergasermotor wiegt heute rd. 4,53 kg/PS (engl.), d. h. etwa halb soviel wie vor ungefähr zehn Jahren. Das kleinste Einheitsgewicht von 0,416 kg/PS, einschließlich Zubehör, hat der Bristol-Mercury-Flugmotor von 900 PS, während der leichteste Dieselmotor zur Zeit etwa 3,16 kg/PS wiegt. Die Einheitsgewichte der handelsüblichen schnellaufenden Dieselmotoren von 30 bis 300 PS Leistung betragen dabei 6,8 bis 15,8 kg/PS, während sich die Literleistungen in den letzten 20 Jahren von 6 auf mehr als 20 PS gesteigert haben. Die Drehzahlen können noch durch Vergrößern der Ventilquerschnitte sowie durch Vermindern der Reibungsverluste und der Massenwirkungen der Steuerung bis zu mittleren Kolbengeschwindigkeiten von 1220 m/s gesteigert werden. („Engineering" 15. Juni 1928 S. 751)

[N 1752 b] H.

Geschweißte Eisenkonstruktionen für den Bau großer Werkstätten

Die Mississippi Valley Structural Steel Co. in Melrose Park bei Chikago hat ihre Betriebsanlagen erweitert und bei den Neubauten in weitestem Umfang elektrisch geschweißte Eisenkonstruktionen verwendet. Die neue Anlage besteht aus einer Stanzerei mit einer Grundfläche von 46 × 46 m², einem Lagerhaus von 104 × 41 m² und einer Montagehalle von 26 × 38 m² Grundfläche. Für das Lagerhaus wurden ausschließlich geschweißte Konstruktionsteile benutzt, z. B. Stützbalken, Tragsäulen, Hauptträger, große und kleine Zugstäbe, Unterzüge, einzelne Teile der Treppen, Fenster und andre Gebäudeteile.

Die Tragbalken des 20 t-Laufkrans sind aus einer Tragrippe (914/9,5 mm), einem Unterzug (304/14 mm) und einem Oberzug (380 mm-I-Eisen) zusammengeschweißt. Die Tragrippe selbst ist durch eingeschweißte Platten (914/100/9,5 mm) in Abständen von je 1220 mm verstärkt. Die Länge eines Tragbalkens beträgt 8435 mm. Bei der Prüfung wurden diese Balken mit 58 t, die über eine Länge von 1830 mm in der Mitte verteilt wurden, belastet und zeigten dabei rd. 8 mm Durchbiegung.

Zu den Schweißarbeiten wurde eine für Dauer- und Heftschweißen geeignete selbsttätige Maschine gebaut. Die zugerichteten Werkstücke laufen über besonders angetriebene Rollen in Führungen der Maschine selbsttätig zu. („Engineering News Record" 7. Juni 1928 S. 882)

[N 1752 g] Schr.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204)

Theorie der Wechselstromübertragung. (Fernleitung und Umspannung.) Von Hans Grünholz. Berlin 1928, Julius Springer. 222 S. m. 130 Abb. Preis 36,75 ℳ.

Die Notwendigkeit, elektrische Energie auf immer größere Entfernungen zu übertragen, hat zur Herausgabe des Buches geführt. Der Verfasser hat darin die bei der Berechnung einer 220 kV-Fernleitung aufgefundenen und benutzten Diagramme zusammengestellt und vervollständigt. Die Durcharbeitung des Buches setzt die Kenntnis der Vektorrechnung und der Darstellung der Vektoren durch symbolische komplexe Ausdrücke voraus. Der weniger vorgebildete Leser findet daher im Anhang eine kurzgefaßte, leichtverständliche Einführung in die Darstellung der Wechselstromgrößen. Hierbei bespricht der Verfasser auch einige Beziehungen zwischen Hyperbelfunktionen mit reellem und komplexem Argument und leitet die in den Übertragungsdiagrammen verwendeten geometrischen Lehrsätze ab.

So vorbereitet, kann der Leser den Ausführungen des Verfassers folgen. Zunächst werden die Grundgesetze der Kraftübertragung behandelt und in Formeln gekleidet. Obwohl diese Formeln durch Einführung des Vektorbegriffes an Übersicht gewinnen, so erfordert doch die Ausrechnung große mathematische Gewandtheit. Im folgenden zeigt nun der Verfasser, daß an Stelle der Formel das anschaulichere Kreisdiagramm treten kann, da es eine ebenso genaue Ermittlung der technisch wichtigen Größen gestattet. An der Hand zahlreicher Betriebsdiagramme wird diese Aufgabe mit mathematischer Strenge und mustergültigem Geschick Schritt für Schritt gelöst. Einige praktische Beispiele folgen. Der Zusammenhang mit dem theoretischen Teil ist durch entsprechende Hinweise gewahrt. Wünschenswert wäre, in dem angehängten Formelverzeichnis die gebrauchten Bezeichnungen mit ihren Bedeutungen noch alphabetisch zu ordnen.

Das Buch ist ein wertvolles theoretisches Hilfsmittel für die neuzeitliche Fernkraftversorgung, das dem Fachingenieur und dem sich zu solchem heranbildenden Studierenden einen tiefen Einblick in das Wesen der Übertragungserscheinungen gewährt. [E 1511] Zorn

Analysis von Grundproblemen der theoretischen Wechselstromtechnik. Von Carl Breitfeld. Braunschweig 1927, Friedr. Vieweg & Sohn. 347 S. m. 105 Abb. Preis 31 ℳ.

Die graphische Behandlung der Wechselstromprobleme hat den Vorzug großer Übersichtlichkeit und Einfachheit, sie ist aber auf die Dauervorgänge, die nach einfachen Sinusgesetzen verlaufen, beschränkt und muß daher durch eine allgemeine Theorie ergänzt werden, die auch die nicht periodischen Vorgänge umfaßt. Das ist nur mit Hilfe von Differentialgleichungen möglich. Das vorliegende Buch befaßt sich mit dieser Aufgabe. Es behandelt zunächst die Vorgänge im Wechselstromkreise ganz allgemein unter Benutzung trigonometrischer Reihen, die Wanderwellen und die Vorgänge in gekoppelten Kreisen. Die folgenden ausführlichen Kapitel über Strom- und Flußverdrängung werden vielen Lesern sehr willkommen sein, weniger das letzte über den Induktionsmotor, dessen Kreisdiagramm durch sehr umständliche Rechnungen abgeleitet wird. Die Darstellung ist mit Rücksicht auf mathematisch weniger Geschulte sehr ausführlich gehalten. Trotzdem ist dem Leser zu empfehlen, sich mit den einfachen Vorgängen vorher vertraut zu machen. [E 1542] H. Görges

Die Statik im Eisenbetonbau. Von Kurt Beyer. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 609 S. m. zahlr. Abb. Preis 36 ℳ.

Dieser zweite Band des vom Deutschen Beton-Verein (E. V.) herausgegebenen Handbuches „Eisenbetonbau, Entwurf und Berechnung“ sollte nach der Ankündigung beim Herauskommen des ersten die Baustoffe, Belastungsannahmen, Berechnung der inneren Spannungen, Konstruktionsgrundsätze enthaltenden Bandes diejenigen Teile der Baustatik behandeln, die für den Entwurf von Eisenbetonbauten Bedeutung erlangt haben. Diese anspruchslose Ankündigung ließ wahrlich nicht vermuten, daß dieser Band das ingenieurbautechnische Schrifttum um ein hochwissenschaftliches Werk bereichern würde. Die Aufgabe, die sich der Verfasser stellt, an die Stelle der großen Zahl von Untersuchungen, die für besondere Fälle aufgestellt, zur Entwicklung spezieller Verfahren geführt haben, das allgemein Grundlegende der Theorie zu setzen, aus dem heraus sich für jede Aufgabe eine Lösung ergibt, ist in meisterhafter Weise gelöst worden.

Dem fest in der Theorie stehenden und darin völlig erfahrenen Ingenieur wird das Durcharbeiten dieses Buches ein Genuß sein. Allen Ingenieuren, denen die Beschäftigung mit der Theorie nicht zum täglichen Brot gehört, vor allem jungen Ingenieuren, wird zwar das Studium nur mit großer Mühe möglich sein, sie werden aber in der reichen Fülle und Vielseitigkeit der rechnerisch durchgeführten Beispiele eine ausgezeichnete Hilfe und hoffentlich einen starken Anreiz finden, zum vollen Verständnis der statischen Aufgaben und der Verfahren ihrer Lösung hindurchzudringen. Dieser Wunsch mag ausgesprochen werden, da immerhin zu befürchten ist, daß die sonst so rühmenswerte tiefgehende, streng wissenschaftliche Behandlung die Erreichung des eigentlichen Zweckes dieses „Handbuches“ einigermaßen erschweren wird. [E 1513] Busch

Brücken in Eisenbeton. Von C. Kersten. 1. Bd. 6. Aufl. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 223 S. m. 532 Abb. Preis 13,50 ℳ.

Die neu erschienene, sechste Auflage des obigen Werkes unterscheidet sich von der vorigen, fünften Auflage in erster Linie in einer Neugruppierung der Abbildungen, die zum Teil durch solche neuerer Bauten ersetzt, zum Teil durch Systemskizzen vereinfacht worden sind. Die Einteilung in zwei Hauptabschnitte, in Ausführung sowie Berechnung von Balkenbrücken mit je elf gleichlautenden Unterabschnitten, die sich auf die verschiedenen Brückenarten beziehen, ist beibehalten. Das Buch, das sich als einen Leitfaden für Schule und Praxis bezeichnet, gibt durch viele Anmerkungen und Hinweise wertvolle Anregung auch für diejenigen, die sich z. B. in die Statik des Eisenbetonbaues vertiefen wollen. Klare Abbildungen und ein leicht verständlicher Text lassen das Buch für Baugewerkschüler und Techniker, die sich mit den Grundlagen vertraut machen wollen, zum Studium und für einfache Aufgaben der Praxis sehr geeignet erscheinen. [E 1525] Dr. R. Bhd.

Landmaschinenkunde. Von Gustav Fischer. Stuttgart 1928, Eugen Ulmer. 524 S. m. 527 Abb. Preis 16 ℳ.

Wenn ein Gelehrter, der seit mehr als 25 Jahren das Landmaschinenwesen an den Hochschulen der Reichshauptstadt vertritt, seine fachlichen Erfahrungen in Buchform niederlegt, so wird man von vornherein mit hohen Erwartungen an die Ausgabe herantreten dürfen. In der Tat stellt das soeben erschienene Werk eine seit vielen Jahren entbehrte, umfassende Darstellung des gesamten Lehrgebietes dar, für die die Fachwelt und die breiten, heute am Landmaschinenwesen beteiligten Kreise dem Verfasser Dank wissen werden.

Das Buch spiegelt die bekannte leidenschaftslose Sachlichkeit des Verfassers wider und ist von einer Vorsicht und Zurückhaltung der Urteile, die zwar dem Leser gelegentlich Ausblicke, Einschätzungen und Winke versagt in Fragen, die noch im Fluß und nicht vollkommen geklärt sind, ihn dafür aber anderseits vor irgendwie optimistischer, d. h. unzulänglich begründeter Wertung bewahrt. Die dem Verfasser eigene, flüssige Ausdrucksweise erleichtert ungemein das Eindringen in den manchem vielleicht etwas trocken erscheinenden Stoff.

Das Buch ist mit einer großen Anzahl von Abbildungen und zeichnerischen Darstellungen versehen, für die jedoch zum Teil bei den Fabrikanten vorhandene Bildstöcke benutzt worden sind. Wenn ein Wunsch für noch weitere Ausgestaltung bei künftigen Neuauflagen bleibt, so ist es der, daß in bezug auf Ersatz der Bildstöcke durch Zeichnungen vielleicht noch etwas weiter gegangen werden könnte.

Es ist für das gesamte deutsche Wirtschaftsleben von großer Bedeutung, daß die Kenntnis der ungemein großen Zahl von Arten technischer Hilfsmittel für die Mechanisierung der Landwirtschaft immer weitere Verbreitung findet; dazu kräftig beizutragen, wird ein Erfolg dieses Fischerschen Werkes sein. [E 1497] Holldack

Die Gichtgasreinigung. Von Wolf Adolf Euler. Berlin 1927, Julius Springer. 131 S. m. 53 Abb. Preis 16,50 ℳ.

Die vorliegende Monographie soll, wie das Vorwort sagt, ein Bild von dem Werden, Wachsen und der Vollendung der Gichtgasveredelung geben. Im ganzen gesehen hat der Verfasser dieses Ziel erreicht, wenn auch im einzelnen bei einer Neuauflage noch manches zu verbessern und zu vervollständigen wäre.

Das sehr übersichtlich mit großem Fleiß geschriebene Buch gliedert sich in fünf Abschnitte: 1. Gichtgas und Gichtstaub; 2. Naßreinigung; 3. Elektrische Reinigung; 4. Trockenreinigung; 5. Vergleich der einzelnen Systeme.

Die einzelnen Abschnitte sind klar gezeichnet. Es wird für eine Neuauflage jedoch förderlich sein, wenn sich der Verfasser möglichst mit allen Herstellern der verschiedenen Systeme in Verbindung setzen würde, damit verschiedene Irrtümer vermieden werden. So stimmt z. B. Abb. 15 auf S. 57 mit dem Text nicht überein; auch die Angaben auf derselben Seite über die Anlage in Rodange treffen nicht ganz zu. Der elektrischen Gasreinigung muß in einer Neuauflage ein größerer Raum gewidmet werden. Sie ist wesentlich weiter fortgeschritten, als dies nach den Ausführungen des betreffenden Abschnittes und der letzten Zeile auf S. 7 den Anschein hat.

Diese Erstbearbeitung des Gesamtgebietes der Gichtgasreinigung ist gelungen; sie wird jedem, der sich mit dem Gebiete befaßt, gute Dienste leisten.

[E 1522] R. Durrer

Kohle, Koks, Teer, 17. Bd.: **Kokerei- und Gaswerksöfen.** Von L. Litinsky. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 336 S. m. 149 Abb. Preis 22,80 ℳ.

Von dem Gedanken geleitet, in breiterem Rahmen und geschlossener Form das Gebiet der Kokerei und Gaswerksöfen zusammenzufassen, hat der Verfasser das vorliegende Werk veröffentlicht. Beginnend mit der geschichtlichen Entwicklung bringt das umfangreiche Buch in ausführlicher Weise Einteilung und Beschreibung der Ofensysteme des Kokerei- und Gaswerkbetriebes, einschließlich der Öfen für ununterbrochene Entgasung. Die Frage: Einzel- oder Zentralgaserzeuger wird kurz gestreift. Danach werden die hauptsächlichsten neuzeitlichen Betriebsmaschinen und Einrichtungen angeführt und beschrieben. Weiter folgen Abhandlungen über den Verlauf der Kohlendestillation und Wärmebilanzen; dem Kapitel feuerfeste Baustoffe ist ein breiter Raum gegeben. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Verwertung der Abfallenergien, Abhitzeverwertung und Kokstrockenkühlung, Laboratoriumsversuche zur Ermittlung der Ausbeuten in Kohlendestillationsbetrieben; Winke für rationelle Führung des Ofenbetriebes vervollständigen das Ganze.

Der Inhalt des Buches ist geschickt zusammengefaßt und übersichtlich gegliedert und bietet einen sehr anschaulichen und vielseitigen Einblick in das Wesen der Kokerei- und Gaswerköfen, deren Einrichtungen und Betriebsweise.

[E 1504] Enzenauer

Die Brennöfen der Grob- und Feinkeramik und der Mörtelindustrie. Von Alfred Schmidt. Leipzig-Probstheida 1928, Selbstverlag. 112 S. m. 90 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Neben den Grundgesetzen der Wärme und den Stoffen für Wärmeerzeugung werden Feuerungsanlagen für feste, staubförmige, flüssige und gasförmige Brennstoffe behandelt. Den Hauptumfang des Buches nehmen die Brennöfen der grobkeramischen, feinkeramischen und der Mörtelindustrie ein. [E 1535]

Werkstattbücher, 7. H.: **Härten und Vergüten.** Von Eugen Simon. 1. T.: Stahl und sein Verhalten. 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 64 S. m. 63 Abb. Preis 1,80 ℳ.

Der Verfasser richtet sich in seiner Schrift in erster Linie an den „Mann am Ofen“, den Praktiker, dem er wichtige Ergebnisse der Forschung und Erfahrung anderer mitteilen und ihm dadurch ermöglichen will, seine Beobachtungen richtig zu deuten und seine Erfahrungen richtig zu bewerten. Der Verfasser beschreibt in 10 Kapiteln die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens, seine Einteilung, den Gefügeaufbau und die mechanische Behandlung, ferner den Einfluß des Glühens auf die Eigenschaften. Weitere Kapitel umfassen Anweisungen über das Härten und Vergüten von Stahl und beschreiben den Einfluß von Legierungsbestandteilen auf die Eigenschaften und die Behandlung legierter Stähle. Das Einsatzhärten und die Einsatzstähle werden kurz beschrieben. Desgleichen werden die wichtigsten Fehler im Stahl angeführt und Richtlinien für die Auswahl der Stähle gegeben. An einzelnen Stellen ist die Ausdrucksweise des Verfassers nicht immer klar. Auch enthält das Buch einige Unstimmigkeiten, von denen die wichtigsten im folgenden kurz erörtert werden sollen.

In der Einteilung des schmiedbaren Eisens spricht der Verfasser von dem Unterschied zwischen Edelstahl und gewöhnlichem Stahl. Gewöhnlicher Stahl wird Bessemer-, Thomas- und Siemens-Martin-Stahl genannt, unter Edelstahl ist Tiegel- und Elektrostahl verstanden. Diese Einteilung ist nicht zweckmäßig und auch nicht gebräuchlich. Unter Edelstahl versteht man eben allen Stahl, der unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen erschmolzen und verarbeitet worden ist, wobei ein Stahl erzeugt wird, der allen Anforderungen, die man an eine hochwertige Qualität stellen muß, genügt. Auch im Siemens-Martin-Ofen kann man ohne Zweifel heute Edelstahl herstellen.

Als Stahl bezeichnet man heute alle Eisenlegierungen, die ohne Nachbehandlung schmiedbar sind. Über diesen Punkt läßt der Verfasser den Leser des Kapitels „Einteilung des schmiedbaren Eisens“ im Unklaren.

Die Begriffsbestimmungen, die der Verfasser für Konstruktionsstahl und Maschinenstahl vorschlägt, sind nicht zweckmäßig. Unter den Begriff Konstruktionsstahl fallen alle Baustähle, wogegen mit Maschinenstahl nur die billigen unlegierten Baustähle bezeichnet werden.

Unter Vergüten eines Stahls versteht man das Härten und Anlassen zur Erzielung bestimmter Festigkeitseigenschaften, ganz abgesehen vom Kohlenstoffgehalt des Stahles.

Im übrigen berichtet das kleine Buch auch eine Menge Wissenswertes, was geeignet ist, die Kenntnisse des Betriebsmannes zu erweitern. [E 1461] Dr.-Ing. W. Oertel

Arbeit und Gesundheit, 7. H.: **Bericht über die Ergebnisse der Staubuntersuchungen.** Von L. Teleky. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 91 S. Preis 4 ℳ.

Die vornehmlich im englischen Gruben- und Industriebezirk, in Südafrika und in Australien angestellten Untersuchungen geben weitere Aufklärung über Ursachen, Erscheinungsformen und den Verlauf der Silicosis und Tuberkulose, von denen Gruben- und Steinbrucharbeiter, Metallschleifer und Gußputzer besonders stark befallen werden. Diese Krankheiten werden vornehmlich durch Quarzstaub verursacht, dessen große Gefährlichkeit nachgewiesen wird. Dabei soll weniger die Form und Härte des Staubes als seine chemische Beschaffenheit und die Korngröße von Einfluß sein. Die Abwehrmittel zum Schutze der Arbeiter werden angegeben. Auf andre Staubarten weist der Verfasser nur andeutungsweise hin. Das Buch hat für Hygieniker und Gewerbeaufsichtsbeamte besonderen Wert.

[E 1523] K. Hartmann

Sonderfragen des Arbeiterschutzes und Beobachtungen aus Unfallverhütung und Gewerbehygiene im Jahre 1925. Berlin 1927, Herausg. und Verlag: Reichsarbeitsverwaltung. 128 S. mit versch. Abb. Preis 3 ℳ.

In dem Jahresbericht für 1925 hatten die deutschen Gewerbeaufsichtsbeamten besonders eingehend zu behandeln: Die Nachtarbeit der Jugendlichen, Gesundheitsschutz der gewerblich tätigen schwangeren Frauen, die Unfall- und Gesundheitsgefährdung in Gaswerken, bezahlter Urlaub an Jugendliche, Bemerkenswertes aus Unfallverhütung und Gewerbehygiene. Festgestellt ist, daß jugendliche Arbeiter in bemerkenswertem Umfange nur in Glashütten zur Nachtarbeit herangezogen worden sind. Die fortschreitende Verwendung von mechanischen Einrichtungen hat in den Gasanstalten eine erhebliche Verbesserung des Arbeiterschutzes bewirkt. In den andern Werken kommen schwere Unfälle noch vor beim Betriebe von Gefäßen, die unter Druck stehen (in einem Falle 17 Tote), bei elektrischen Anlagen, Fördermitteln, Getrieben, Arbeitsmaschinen. Gesundheitsschädigungen werden überwiegend durch chemische Einwirkungen verursacht.

Die Berichte verweisen auch auf viele betriebstechnisch wertvolle Einrichtungen, daher ist ihr Studium dem Betriebsingenieur sehr zu empfehlen.

[E 1524] K. Hartmann

Leichte Kohlenwasserstofföle. Bearb. von Max Naphtali. Berlin 1928, M. Krayn. 512 S. m. 170 Abb. Preis 45 ℳ.

Das vorliegende Werk sammelt die im Schrifttum und in in- und ausländischen Schutzrechten zerstreuten Verfahren zur Gewinnung von leichten Kohlenwasserstoffen unter einheitlichen Gesichtspunkten, indem es gleichzeitig die Grundlagen der Technologie der leichten Kohlenwasserstoffe behandelt. Der erste mehr als die Hälfte des Buches füllende Teil betrifft die wirtschaftliche und technische Entwicklung der Krackverfahren mit wechselnden Bedingungen in Dampfphase, mit und ohne Druck, mit und ohne Katalysatoren, sowie die Gewinnung von Benzin aus Erdgas, Schiefer, Ölsand u. a. m.

Im zweiten Hauptabschnitt folgen die Verfahren der mittelbaren und unmittelbaren Kohlenhydrierung, der Kohlenwasserstoff-Synthese und der Aufarbeitung verschiedener Zwischenerzeugnisse; das Gebiet der Urverkokung schließt sich daran an. Der dritte Teil gibt eine Übersicht über die chemische und physikalische Raffination der leichten Kohlenwasserstoffe und ihre Gewinnung aus Gasen. Patent-, Namen-, Sach- und Abbildungsverzeichnisse beschließen das Werk. Für eine spätere Auflage wäre zu wünschen, daß der Anhang mit den Abbildungen herausnehmbar angebracht wird.

Mit der Fülle seines wohlgeordneten Inhalts gibt das Buch dem auf dem Gebiet der leichten Kohlenwasserstoffe Forschenden, Chemiker wie Ingenieur, ein brauchbares Mittel zum Nachschlagen an die Hand, das seinem Zweck, ein Bild der technischen Entwicklung auf diesem Gebiet zu geben, durchaus gerecht wird. [E 1506] Faber

Handbuch der anorganischen Chemie. Herausgeg. von R. Abegg, Fr. Auerbach und I. Koppel. 4. Bd., 3. Abt., 1. T. Leipzig 1928, S. Hirzel. 522 S. m. 50 Abb. Preis 48 ℳ.

Monographien über chemisch-technische Fabrikations-Methoden. 43. Bd.: **Die Industrie der Dachpappe.** Von W. Malchow und H. Mallison. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 113 S. m. 98 Abb. Preis 9,30 ℳ.

Chemische Technologie der Gespinstfasern, 2. T.: **Die Gespinstfasern.** Von E. Ristenpart. 3. Aufl. Berlin 1928, M. Krayn. 277 S. m. 140 Abb. Preis 20 ℳ.

Chemische Technologie der Gespinstfasern, 4. T.: **Die Praxis der Bleicherei.** Von E. Ristenpart. 3. Aufl. Berlin 1928, M. Krayn. 291 S. m. 178 Abb. Preis 22 ℳ.

Handbuch der Mineralchemie. Herausgeg. von C. Doelter und H. Leitmeier. 4. Bd. 12. Lfg. Dresden und Leipzig 1928, Theodor Steinkopff. 160 S. Preis 8 ℳ.

Die Kohlen Österreichs, Deutschlands, der Tschechoslowakei, Polens, Ungarns usw. Von Franz Schwackhöfer. 4. Aufl. bearb. von Adolf Cluß, Wolfgang Kluger und Walther Mirna. Wien 1928, Gerold & Co. 263 S. Preis 27 ℳ.

Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre. 14. Bd. **Aufgaben und Arbeitsweisen der Ölgeologie.** Von Hans Hlauschek. Halle a. d. S. 1928. Wilhelm Knapp. 112 S. m. 32 Abb. Preis 8 ℳ.

Petroleum-Vademecum. 5. Ausg. Herausgeg. von Robert Schwarz. Berlin und Wien 1928, Verlag für Fachliteratur. 457 S. Preis 15 ℳ.

Sammlung Vieweg, 91. H.: **Die Bestimmung der Baustoffdämpfung nach dem Verdrehungsschwingverfahren.** Von Ewald Pertz. Braunschweig 1928, Friedr. Vieweg & Sohn. 62 S. m. 42 Abb. Preis 3,60 ℳ.

Anleitung zur Bedienung und Verwendung des Telefunken-Peilers an Bord. Herausgeg. nach gemeinsamer Bearb. mit der Nautischen Abteilung der Hamburg-Amerika-Linie und der Nautisch-Technischen Abteilung des Norddeutschen Lloyd von der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. Berlin 1928, Selbstverlag. 88 S. m. 21 Abb. Preis 3 ℳ.

Die symbolische Methode zur Lösung von Wechselstromaufgaben. Von Hugo Ring. Berlin 1928, Julius Springer. 80 S. m. 50 Abb. Preis 4,50 ℳ.

Mitteilungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A.-G. 13. Heft: **Über einige Fragen zur Isolierung von Hochspannungsfreileitungen.** Von K. Draeger. Berlin 1928, Julius Springer. 40 S. m. 22 Abb. Preis 2 ℳ.

Isolierte Leitungen und Kabel. Von Richard Apt. 3. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 235 S. Preis 13 ℳ.

Die Elektrizität im Haushalt. Von Emil Rumpff. Hamburg 1928, Martin Riegel. 96 S. Preis 1,50 ℳ.

Der Bau von Überlagerungsempfängern. Von Walter Daudt. Berlin 1928, Rothgießer & Diesing. 32 S. m. 33 Abb. Preis 1 ℳ.

Das Einheitsstellwerk. Von Dr. Hentzen. Berlin-Schöneberg 1927, Arthur Tetzlaff. 398 S. m. 455 Abb. Preis 25 ℳ.

IV. Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß Kopenhagen 20. bis 23. Juni 1927. 4. Hauptversammlung des Vereins. Wien 1927, Sekretariat des Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahnvereins. 407 S. m. 128 Abb. Preis 30 ℳ und 2 ℳ Porto innerhalb Deutschlands und Danzigs.

Verkehrs-Zählung auf den Hauptstraßen des Ruhrkohlenbezirks in dem Zeitabschnitt Januar bis Juni 1926. Herausgeg. vom Verbandsdirektor des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirks Essen. Januar 1928, Selbstverlag. 28 S. m. 21. Taf. Preis 4 ℳ.

Vorbereitung der Zählung — Durchführung der Zählung—Auswertung nach Zahl und Gewicht — Bewertung der Ergebnisse — Die Zählung des Ruhrkohlenbezirks im Vergleich mit der deutschen Verkehrszählung 1924/25.

Rädersang und Schienenklang. Von Walter Strauß. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 171 S. m. 26 Abb. Preis 7 ℳ.

Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, 16. Bd.: **Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus.** Von F. Klein. 3. Bd. Berlin 1928, Julius Springer. 238 S. m. 156 Abb. Preis 15 ℳ.

Reutlingers Taschenbuch für Seiler. Von Julius Reutlinger. 7. Aufl. Offenbach a. M. 1926, Selbstverlag. 162 S. m. 27 Abb. Preis 6,50 ℳ.

Die Stuhlfabrikation. Von Robert Lippmann. Hannover 1928, Selbstverlag. 234 S. m. 146 Abb. Preis 12,50 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Das Großflugboot

Die Ausführungen von K. Rühl über die Arbeit von Hoff in Z. Bd. 72 (1928) S. 61 erfordern in einigen Punkten eine Berichtigung, da die von ihm genannten Zahlen in ihrer Zusammenstellung ein falsches Bild von der Leistungsfähigkeit neuzeitlicher Flugboote geben.

Es sind z. B. auch bei Großflugbooten wiederholt Zuladungen in der Größe des Leergewichtes überschritten worden. So hat der Dornier-Superwal etwa 100 vH, der Dornier-Wal 105 bis 110 vH seines Leergewichtes als Zuladung abgehoben. Ferner ist festzustellen, daß die größte von einem Flugboot über den Atlantik zurückgelegte Strecke von de Beires von Bolama nach Fernando Noronha mit 2540 km geflogen wurde. Die vom Verfasser genannte Strecke von 2305 km zwischen Porto Praio und Fernando Noronha wurde zuerst von Franco auf Dornier-Wal und später auch von de Pinedo durchflogen. Damit sind die von Rühl genannten Zahlen über den Flugbereich deutscher Flugboote widerlegt. Diese stellen die Reichweiten dar, die die betreffenden Boote mit voller Nutzlast und reichlicher Brennstoffreserve im Luftverkehr zurücklegen. Nach der vorausgegangenen Erörterung über den höchsten Flugbereich von Landflugzeugen mußte dies durch einen entsprechenden Hinweis unbedingt erwähnt werden, da sonst bei nicht eingeweihten Lesern der Eindruck erweckt wird, daß es sich auch bei den für Großflugboote genannten Zahlen um theoretische Höchstwerte handelt.

Im übrigen muß darauf hingewiesen werden, daß es an und für sich schon ein falsches Bild gibt, wenn man kleine einmotorige Landflugzeuge mit Großflugbooten vergleicht. Auch die Fernflüge des letzten Jahres haben bestätigt, daß die größten Reichweiten mit kleinen einmotorigen Flugzeugen zu erreichen sind. Verkehrstechnisch können aber solche nie für große Strecken in Betracht kommen, da man im allgemeinen Verkehr niemals der aus einem oder zwei Mann bestehenden Besatzung eine Dienstzeit ohne Ablösung von 20 bis 50 h zumuten kann. Mit ausreichender Ablösung an Besatzung und der für eine verkehrssichere Navigation notwendigen Ausrüstung an Bord und bei Mitführung einer bescheidenen Nutzlast können derartige Flugzeuge keine Flüge von bemerkenswerter Reichweite ausführen.

Schon aus diesem Grunde kommen für längere Verkehrsflüge, namentlich über See, nur größere Flugzeuge in Betracht, bei denen der Anteil der notwendigen Besatzung und Ausrüstung am Gesamtgewicht nicht soviel ausmacht.

Nun nimmt aber nach dem Vergrößerungsgesetz von Lanchester, das auch Rühl zitiert, der Anteil des Tragwerks am Fluggewicht mit der Vergrößerung der Flugzeuge zu, wodurch der Flugbereich beeinträchtigt wird.

Der Vergleich zwischen Flugboot und Landflugzeug hat daher nur Sinn, wenn er für annähernd gleich große Bauarten beider Kategorien angestellt wird. Wenn man dies macht, und etwa den Dornier-Wal mit einem gleich starken Landflugzeug vergleicht, so ergibt sich ein völlig andres Bild. Das Verhältnis von Zuladung zu Leergewicht ist bei den Land-Großflugzeugen, über die Zahlen veröffentlicht wurden, in der Regel ungünstiger als bei dem genannten Flugboot. Auch sind keine Fernflüge von 900 bis 1000 PS-Landflugzeugen bekannt geworden, die die Reichweite der Flüge von Franco und de Beires übertreffen.

Schließlich noch eine kurze Bemerkung über die Startverhältnisse von Flugbooten. Es ist nicht grundsätzlich richtig, daß durch die Widerstände des Bootskörpers beim Start das größtmöglichste Fluggewicht beschränkt wird. Es hängt dies ganz von der verwendeten Bootsform ab. Praktisch lassen sich Flugboote bauen, die ebenso wie Landflugzeuge auf geneigter glatter Bahn bis zu dem aerodynamisch möglichen Fluggewicht noch starten.

Es wurden bereits Flugboote gebaut, die bei Windstille und glattem Wasser noch mit einer Zuladung aus dem Wasser kamen, bei der sie nicht in der Lage waren, größere Höhen zu erreichen, als die, bei denen sich die Auftriebserhöhung der Flügel durch die Nähe der Wasseroberfläche noch bemerkbar machte. Sowie der Versuch gemacht wurde, größere Höhen als ½ bis 1 m über dem Wasserspiegel zu erreichen, sackte das Flugzeug wieder durch, während es in dieser Höhe beliebig lange in der Luft gehalten werden konnte.

Meistens wird ja heute auf diese äußerste Startfähigkeit zugunsten anderer Eigenschaften bei der Konstruktion von Flugbooten verzichtet. Bei der Beurteilung der Entwicklungsmöglichkeiten und Zukunftsaussichten des Flugbootes darf aber diese Möglichkeit nicht außer acht gelassen werden.

Die großen Schwierigkeiten, die der restlosen Lösung des Seeflugverkehrs heute noch im Wege stehen, dürfen nicht verkannt werden, anderseits muß aber festgestellt werden, daß keinerlei Anhaltpunkte vorliegen, wonach Flugboote bezüglich Wirtschaftlichkeit und Flugleistungen gleichgroßen Landflugzeugen unterlegen sein müßten.

Manzell Ing. Diemer

Erwiderung

Die Mitteilungen von Ing. Diemer bringen gegenüber dem Bericht in Heft 2 dieser Zeitschrift keine wesentliche Änderung. Diemer nennt als höchstmöglichen Flugbereich für die Dornier-Boote 3200 bis 3400 km. In Heft 2 ist als tatsächlich erreicht eine Höchststrecke von 3500 km für Flugboote bezeichnet worden. Die höchste erreichte Zuladung für Flugboote beträgt nach Diemer 100 bis 110 vH des Leergewichtes, das sind also 50 bis 52,4 vH des Vollgewichtes. Bei dem Start der Junkers-Flugzeuge am 14. August 1927 ist demgegenüber eine Zuladung von 170 vH des Leergewichtes erreicht worden. Darin liegt eben der Vorteil, der bisher für Landflugzeuge eine Flugstrecke von über 6000 km gegenüber 3000 bis 3500 km bei Seeflugzeugen möglich gemacht hat, und dessentwegen Prof. Hoff in dem erwähnten Vortrag als derzeitige technische Grenze für Landflugzeuge etwa 9500 km, für Flugboote schätzungsweise 5000 km angibt (vergl. „Werft, Reederei, Hafen" Bd. 8 (1927) S. 507 und 515). Die Größenunterschiede sind dabei nicht entscheidend; nach dem Vortrag Dr. Dorniers in der Royal Aeronautical Society in London am 26. April d. J. (vergl. „Aeroplane" Bd. 34 (1928) S. 638) nimmt der Flugbereich mit wachsender Größe des Flugbootes sogar zu.

Grundsätzlich von diesen Werten zu unterscheiden sind die Flugbereiche für den praktischen Verkehr. Wie in Heft 2 dieser Zeitschrift erläutert, ist dafür erstens von der Zuladung ein Teil für Nutzlast zu verwenden, zweitens müssen, um den Start auch bei ungünstigen Verhältnissen zu sichern (Seegang), Überlastungen vermieden werden. Dann ergeben sich die angeführten praktischen Flugbereiche von 1300 bis 1700 km.

Hinsichtlich der sonstigen Ausführungen von Diemer sei auf den erwähnten ausführlichen Vortrag verwiesen. Die vermißte einzelne Aufzählung der Dornier-Flüge ist von dort nicht übernommen worden, da die Flugstrecke von Sarmento de Beires zu 2300 km etwas weniger als der Weg de Pinedos angegeben war, und nur die Höchstwerte interessierten. Selbstverständlich beruht ein Teil der behandelten Schwierigkeiten bei der Erbauung von Flugbooten darin, daß es nicht möglich und zulässig ist, bei der Gestaltung der Bootsformen ein Erfordernis entscheidend in den Vordergrund zu stellen. [D 1598]

Berlin K. Rühl

Teakholz als Lokomotivbrennstoff

Zu dem in Z. Bd. 72 (1928) S. 161 gebrachten Beitrag Gartners bringe ich im folgenden einige Richtigstellungen.

Teakholz wird nur auf Java als Lokomotivbrennstoff rein verfeuert, in Siam dagegen unter überwiegender Beimengung von Harthölzern, etwa im Mischungsverhältnis 1 : 4,5. Der Querschnitt der Scheite beträgt nicht 1 dm², sondern mindestens 3 dm². Die Verfeuerung von Prügelholz, also von etwa 1 dm², hat sich bei Lokomotiven nicht bewährt.

Die flüchtigen Bestandteile des Holzes betragen 49 vH, die Holzkohle 21 vH und nicht umgekehrt, wie Gartner angibt. Ferner ist 425 kg/m³ nicht das spezifische Gewicht, sondern das Gewicht des gestapelten Raummeters. Der Wassergehalt ist nicht nur von der Jahreszeit, sondern auch von der Art der Trocknung abhängig. In Siam trocknet man wohl ausnahmslos das Teakholz unter Dach und erreicht einen mittleren Wassergehalt von 10 bis 11 vH, auf Java hingegen kommt man bei Trocknung im Freien auf einen mittleren Wassergehalt von 22 vH. Die Trocknung unter Dach bedeutet somit eine erhebliche Veredelung dieses Brennstoffes.

Die angeführten Heizwerte sind als Höchstwerte zu betrachten.

Rostverhältnisse R : H = 1 : 70 bis 1 : 80 können nach meiner Erfahrung bei diesem Brennstoff nicht als günstig bezeichnet werden, weil sich damit geeignete hohe Überhitzung nicht erreichen läßt. Rostanstrengungen von 900 kg/m²h und Kesselanstrengungen von 60 kg/m²h habe ich selbst bei der in den Hanomag-Nachrichten vom November 1924 S. 197 beschriebenen E-Heißdampflokomotive nicht zu erreichen vermocht. So dürften auch diese Werte Gartners zu hoch gegriffen sein.

In einigen Monaten wird eine ausführliche Abhandlung von mir über Holzfeuerung für Lokomotiven erscheinen.

Tegal (Java) K. Köhler, Ingenieur der
[D 1567] Semerang-Cheribon-Eisenbahn

Erwiderung

Die Unterlagen für meine Ausführungen entstammen dem Archiv der maßgebenden und ältesten Privat-Eisenbahngesellschaft auf Java. So ist z. B. 1 dm² Kopffläche als ungefähres Mindestmaß in die Lieferbedingungen der betr. Gesellschaft aufgenommen. Auch das Wellenholz hat sich in dem angestrengten Lokomotivdienst bewährt.

Bei der Bochumer Koksprobe bleiben ungefähr 79 vH Holzkohle zurück, die Zahlen sind nicht verwechselt. 21 vH Destillationsrückstand ist nur bei sehr hoher Destillationstemperatur zu erwarten, während die gebräuchliche Koksprobe mit niedriger Temperatur ausgeführt wird. 425 kg/m³ ist, wie in der ursprünglichen Arbeit angegeben, das Gewicht des gestapelten Raummeters. Die Ziffern über den Wassergehalt des gewöhnlich in rd. 4 m hohen Stapeln gelagerten Holzes entstammen einer Reihe jahrelanger Versuche und Aufzeichnungen. Selbst in der Regenzeit überstiegen Mittelwerte eines Holzstapels selten 15 vH. Die Trocknung unter Dach läßt sich bei großem Holzbedarf und dem verhältnismäßig geringen Wassergehalt wirtschaftlich nicht rechtfertigen.

Den Rostverhältnissen lege ich nicht dieselbe Wichtigkeit bei wie Köhler; von größerem Einfluß ist bei Holz der Brennstoffraum, der genügend hohe Brennstoffschicht und gute Flammentwicklung gestatten muß. Die bekanntgegebenen Anstrengungen wurden öfters bei den von mir vorgenommenen rd. 250 Probefahrten auf Steigungen bis 29 vT erreicht. [D 1567]

Oss (Holland) Dipl.-Ing. K. Gartner

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

Elektrokarren als Straßenfahrzeug.

Mitteilung der AEG.

Der ursprünglich für den Verkehr in Werkstätten, Lagerhäusern usw. entwickelte Elektrokarren ist seiner günstigen Eigenschaften wegen auch zum Verkehr auf öffentlichen Fahrstraßen verwendet worden. Der verhältnismäßig kleine Laufraddurchmesser von 500 mm und der geringere Radstand, der zur Erzielung einer größeren Wendigkeit im Werkstattverkehr erforderlich ist, beeinflußten jedoch die Benutzung auf weniger guten, öffentlichen Fahrstraßen sehr ungünstig. Es lag daher nahe, für diesen ausschließlichen Verwendungszweck einen Elektrokarren zu entwickeln, der die vorgenannten Mängel nicht aufweist, andererseits auch der im Straßenverkehr zulässigen höheren Verkehrs-Geschwindigkeit Rechnung trägt.

Das Bild läßt die Umriß-Abmessungen des neuen Fahrzeuges EK 1502 D erkennen. Aus der Bezeichnung geht hervor, daß es sich um ein Fahrzeug für eine Tragkraft von 1500 kg mit Zweiradlenkung und Differential-Antrieb handelt.

Umriß-Abmessungen des Elektrokarrens mit Führersitz EKF 1502 (D).

Der Rahmen besteht aus gepreßten Stahlblech-Längsträgern, die durch kräftige Querverbindungen gegeneinander versteift sind und an dem einen Ende den Führersitz, am anderen Ende eine Zugkupplung tragen. An den beiden Längsträgern sind durch Konsole die Umlaufwinkel nebst dem Verkleidungsblech befestigt. Die Rungenösen sind innerhalb des Verkleidungsbleches angeordnet. Auf dem Rahmenträger und dem Umlaufwinkel liegt die mit 2500 mm Länge und 1300 mm Breite vorgesehene Holzplattform.

Das Fahrzeug kann für zwei Fahrzeug-Geschwindigkeiten mit verschieden starken Antriebsmotoren ausgerüstet werden:

Ausführung A (führerscheinfrei).

Fahrzeug-Geschwindigkeit mit Last etwa 10 km, ohne Last etwa 12 km } auf guter, ebener Fahrbahn.

Ausführung B.

Fahrzeug-Geschwindigkeit mit Last etwa 18 km, ohne Last etwa 21 km } auf guter, ebener Fahrbahn.

Die Laufräder werden mit „Hohlraum-Elastic-Reifen" von 630 mm Durchmesser und 100 mm Breite ausgerüstet. Diese Reifenart ist bekanntlich neben der Luftbereifung die günstigste Ausführungsart für alle Straßenfahrzeuge, da sie die Stromaufnahme sehr niedrig hält, die Fahrstraßendecke wenig angreift und eine außerordentlich große Lebensdauer hat. Auch besteht die Möglichkeit, dieses Fahrzeug mit Luftbereifung, Type „Ballon", zu versehen.

Die beiden lenkbaren Räder werden, wie im Automobilbau üblich, durch ein mit Faudigelenken ausgestattetes Lenkgestänge, durch das am Führerstand befindliche Handrad mit selbstsperrender Lenkeinrichtung linksseitig gesteuert.

In dem mit Sitz- und Rückenpolster ausgestatteten Führersitz mit Rechtseinstieg ist außer der Steuersäule noch der Fahrschalter mit drei Vorwärts- und zwei Rückwärtsfahrstufen nebst einer Bremsstufe für Kurzschlußbremsung untergebracht.

Ferner liegt, durch den Fußboden greifend, in leicht zugänglicher Lage die Fußhebel-Druckbremse, die als Innenspreizbremse (mit auswechselbarem Belag versehen) auf die Räder der Triebachse wirkt.

An dem Handgriff des Fahrschalterhebels befindet sich auch der Druckknopf für die elektrische Hupe, die an der linken, geschlossenen Seitenwand angebracht ist.

In der vorderen Stirnwand sind die beiden Scheinwerfer eingebaut, die zusammen mit der hinteren Schlußlaterne durch einen Drehschalter ein- und ausgeschaltet werden können. Die Hupe und Beleuchtung sind an 80 V angeschlossen.

Die stets aus 40 Zellen bestehende Batterie kann je nach den an den Fahrbereich des Fahrzeuges gestellten Anforderungen entweder als Großoberflächen-Batterie oder Gitterplatten-Batterie vorgesehen werden; sie ist seitlich herausrollbar eingebaut. Die Auswechslung und Abstellung der Batterie in der Ladestation bei Verwendung eines niedrigen Rollbockes oder Handhubwagens ist hierdurch sehr erleichtert und erfolgt in kürzester Zeit.

Falls die Aufladung der Batterie im Fahrzeug erfolgen soll, genügt ein seitliches teilweises Herausrollen und Stützung des freischwebenden Teiles.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Ruthsspeicher und Speicherturbinen.

Mitteilung der AEG.

Bei der Erweiterung von Elektrizitätswerken hat es sich in vielen Fällen als zweckmäßig erwiesen, die ständig steigenden Belastungsspitzen durch Ruthsspeicher zu decken, anstatt Spitzenkessel aufzustellen, die hohen Aufwand an Kapital-, Bedienungs- und Reparaturkosten sowie größere Kohlenmengen zur Deckung der Anheizverluste erfordern. Der Ruthsspeicher dagegen ist das billigste und einfachste Betriebsmittel für die Spitzen und ist außerdem für Werke mit Fremdstrombezug als Momentan-Reserve besonders wertvoll.

Der Betrieb geht bei einem Werk mit Ruthsspeichern so vor sich, daß zur Zeit schwacher Belastung überschüssiger Dampf aus den Betriebskesseln in den Wasserinhalt der Speicheranlage eingeblasen wird und dort unter Drucksteigerung kondensiert, bleibt die Dampferzeugung der Kesselanlage hinter der elektrischen Leistung zurück, so wird der fehlende Dampf unter Druckabsenkung dem Speicher entnommen.

Die mit einer Ruthsspeicher-Anlage zusammen betriebenen Turbinen müssen also, da der Druck des Speicherdampfes mit zunehmender Entladung absinkt, Sattdampf wechselnden Druckes allein (reine Speicherdampfturbinen) oder Sattdampf wechselnden Druckes und überhitzten Frischdampf gleichzeitig (Frischdampf-Speicherdampfturbinen) verarbeiten können.

Die Bauart der Turbinen und die Druckgrenzen für die Speicherentladung hängen von den Betriebs-Verhältnissen ab.

Für Werke, bei denen die Betriebsmaschinen den ganzen Tag über laufen und die Energieerzeugung aus Speicherdampf nur einen verhältnismäßig kleinen Anteil der ganzen Erzeugung ausmacht (mittelgroße Elektrizitätswerke und Bahnkraftwerke), müssen die Turbinen als Frischdampf-Speicherdampfturbinen und vor allem für günstigen Dampfverbrauch bei Frischdampf-Betrieb ausgelegt sein.

Für Werke oder Werksteile, die im wesentlichen nur zur Spitze in Betrieb gehen, sonst nur als Phasenschieber und zur Momentan-Reserve mitlaufen (Spitzenkraftwerke), wird man auf günstigen Frischdampf-Verbrauch weniger Wert legen und dafür eine recht tiefe Entlade-Möglichkeit für den Speicher vorsehen. An sich könnten in diesen Fällen auch reine Speicherdampfturbinen in Frage kommen.

Die AEG hat jedoch auch für diese Werke stets kombinierte Turbinen vorgesehen, um die Vorteile des überhitzten Dampfes auszunutzen, wenn auch nur kleine Frischdampfmengen verfügbar sind.

a) Frischdampfseite
b) Speicherdampfseite
c) Frischdampfdüsenventile
d) Speicherdampfdüsenventile
e) Frischdampf-Druckregler
f) Grenzdruckregler
g) Speicherdampf-Druckregler (Nachsteuerung)

10 000 kW Frischdampf-Speicherdampf-Turbine

Je häufiger im Laufe eines Betriebstages der Speicher geladen und entladen wird, um so weniger tief wird man den tiefsten Entladedruck ansetzen; der wirtschaftliche Speicher-Höchstdruck liegt für Kraftspeicherung in den Grenzen zwischen 12 und 15 atü.

Bei den ersten schwedischen Ausführungen wurden die Turbinen mit „wanderndem Anschluß" zugeleitet d. h. der Speicherdampf wurde bei sinkendem Druck immer tiefer liegenden Stufen der Turbine zugeleitet, die AEG hat bei ihren seit 1924 in Betrieb befindlichen Speicherturbinen diese Bauart nicht übernommen. Da bei allen AEG-Turbinen das erste Rad als Curtisrad ausgebildet wird, ist es durch dessen große Anpassungsfähigkeit auch bei stark wechselndem Gefälle möglich, den Speicherdampf selbst bei Entladung von 13 auf 0,5 atü (für die zur Zeit die AEG eine 6000 kW-Maschine in Arbeit hat) ohne Drosselung von ein und demselben Einlaß aus zu verarbeiten.

Der Frischdampf strömt dabei durch eine andere Düsengruppe dem gleichen Rade zu. Man kann auch den Hochdruckteil für den Frischdampf vielstufig ausbilden und den Speicherdampf einem nach Art der Zweidruckmaschinen zwischengeschalteten Curtisrad zuführen.

Wenn es sich darum handelt, vorhandene Maschinen möglichst billig für Speicherdampfbetrieb einzurichten, wird der Speicherdampf zweckmäßig einer verhältnismäßig tiefen Druckstufe der Turbinen zugeführt und vorher bis auf den jeweiligen Stufendruck abgedrosselt. Zur Zeit werden zwei 3300 kW-Maschinen in dieser Weise umgebaut.

Die Steuerung muß so arbeiten, daß aus Speicherdampf die fehlende Leistung zugesetzt wird, wenn der Frischdampfdruck sinkt; eine Nachsteuerung sorgt dafür, daß bei sinkendem Speicherdruck die Öffnung der Einlässe entsprechend der geringeren Arbeitsfähigkeit vergrößert wird um beim Parallelarbeiten mit anderen Maschinen Lastpendelungen zu vermeiden. Endlich schließt ein Grenzregler die Speicherdampfzufuhr zwangläufig, wenn der festgesetzte tiefste Entladedruck erreicht oder der Speicherdruck bis annähernd auf den Stufendruck gesunken ist. Beide Einlässe bleiben stets unter der Herrschaft des Drehzahlreglers.

Das Bild zeigt eine 10 000 kW-Frischdampf-Speicherdampfturbine.

Vier AEG-Turbinen für kombinierten Frischdampf-Speicherdampfbetrieb mit zusammen 32 000 kW Leistung sind seit längerer Zeit in Betrieb, acht weitere Maschinen mit zusammen 50 600 kW sind im Bau; eine der in Betrieb und zwei der in Bau befindlichen Maschinen sind aus reinen Frischdampfmaschinen umgebaut.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Kraft- und Dampferzeugung in Sulfit-Zellstoffwerken.

Mitteilung der AEG.

Die Anordung der Krafterzeugungs-Anlage reiner Zellstoffwerke ist in der Regel so getroffen, daß die für die Kocher, Trockenmaschinen, Bleichholländer usw. benötigten Dampfmengen in einer oder mehreren Kraftmaschinen durch Entspannung vom Kesseldruck auf die Fabrikationsdrücke von etwa 6 atü für die Kocher und etwa 2 atü für die übrigen Dampfverbraucher zur Arbeitsleistung herangezogen werden. Infolge des stark wechselnden Dampfbedarfes reicht in vielen Fällen die aus den Fabrikations-Dampfmengen erzielbare Leistung nicht dauernd zur Deckung des Kraftbedarfes aus, und es müssen mehr oder weniger große Auspuffverluste in Kauf genommen werden. Nicht immer ist es wirtschaftlich, die Auspuffverluste durch zusätzliche Krafterzeugung im Kondensations-Betrieb zu vermeiden. Empfehlenswerter wäre ein Parallelbetrieb mit einem Überlandwerk, das den bei großem Dampfbedarf auftretenden Überschußstrom aufnimmt und den bei kleinem Dampfbedarf fehlenden Strom abgibt. Liegen die Verhältnisse so, daß bei dem erwähnten Parallelbetrieb die in das Überlandnetz abgegebene Strommenge den Strombezug, in kWh gerechnet, übersteigt, so ist in Werken, die gebleichten Zellstoff herstellen, Warmwasser-Bereitung für die Bleicherei außerhalb der Holländer das gegebene Mittel, um Strombezug oder Auspuffverluste zu vermeiden. Die zentrale Warmwasser-Bereitung für die Bleicherei erfolgt in einem unter atmosphärischem Druck stehenden Hochbehälter stets dann, wenn Überschuß an Abdampf vorhanden ist, indem dieser mittels eines Überströmventils dem Hochbehälter zugeführt wird. Wird nur ungebleichter Stoff hergestellt, so ist es natürlich am zweckmäßigsten, den überschüssigen Abdampf zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers heranzuziehen. Handelt es sich um beträchtliche Auspuff-Dampfmengen, so können diese durch die erwähnten Vorkehrungen nicht verhütet werden, da das Ausgleich-Vermögen bei zentraler Warmwasserbereitung für die Bleicherei und die Überschuß-Dampfaufnahme des Kesselspeisewassers beschränkt ist.

Beurteilt man die Zweckmäßigkeit der Kraft- und Dampferzeugung vom Standpunkt neuzeitlicher Produktions-Verfahren aus, so kommt man zu dem Ergebnis, daß diese eine wesentliche Umgestaltung der bisher üblichen Anordnung zur Folge haben müssen. Die Ursache liegt in dem Anwachsen des Kraftbedarfes durch weitgehenden mechanischen Betrieb und einer starken Verminderung des Wärmebedarfes zufolge Wärme-Rückgewinnung aus den Kochern und allgemein rationeller Durchführung der verschiedenartigen Wärmeprozesse. Schließlich ist nicht ohne Einfluß auf die Dampf- und Kraftanlage der jetzt übliche Übergang auf größere und größte Kochereinheiten.

Die kurz angedeutete Entwicklung hat zur Folge, daß nur durch erhebliche Kesseldrucksteigerung genügend Gegendruckenergie aus den verminderten Fabrikations-Dampfmengen gewonnen werden kann. Auch wird es erforderlich sein, das Kesselspeisewasser durch Abdampf möglichst hoch vorzuwärmen. Rechnerisch wurde festgestellt, daß die Speisewasser-Vorwärmung keine oder nur geringe Mehranlagekosten verursacht, da der Kesseldruck um nahezu 20 vH niedriger gewählt werden kann, und so die etwas größere Bemessung der Kesselheizfläche auf den Gesamtpreis ohne Einfluß ist. Um auch bei hoher Speisewasser-Vorwärmung günstigsten Kesselwirkungsgrad zu erzielen, ist die verminderte Wärmeaufnahme des Ekonomisers durch zusätzliche Luftvorwärmung auszugleichen.

Die für die genannten Betriebs-Verhältnisse am besten geeignete Dampfturbinenbauart ist die Anzapf-Gegendruckmaschine. Die Steuerorgane dieser Turbine sind so angeordnet, daß die Regulierventile des Ruthsspeichers mit der Turbinensteuerung ein geschlossenes Reglersystem gewährleisten. Diese Regulierung bewirkt, daß Speicher-Ladung und -Entladung vollkommen ungehemmt zur Auswirkung gelangen können, mit dem Ergebnis, daß Dampfmangel in der Kocherei und den übrigen dampfverbrauchenden Fabrikations-Abteilungen beseitigt wird. Ebenso bietet die besondere Anordnung des Reglersystems dafür Gewähr, daß der Ausgleich zwischen Dampfverbrauch und Dampferzeugung ein vollkommener ist, die Kessel also selbsttätig in einen dauernden Beharrungszustand übergeführt werden. Die Ausgleichwirkung des Ruthsspeichers in Verbindung mit der Dampfdruck-Regulierung durch Spezialventile hat zur Folge, daß der Kesseldruck sowie auch die Fabrikations-Dampfdrücke selbsttätig und unabhängig von den großen Schwankungen im Dampfbedarf konstant gehalten werden. Diese dem neuzeitlichen Produktionsgang angemessene Gliederung der Dampf- und Kraftanlage ermöglicht durch ungehemmte Dampfbelieferung der Fabrikation und bei dennoch günstigsten Betriebs-Verhältnissen der Kesselanlage durch den Ruthsspeicher eine Maximal-Erzeugung und maximale Kraftausbeute aus den Koch- und Heizdampfmengen, die zur Deckung des Gesamtkraftbedarfes bei geringstem Wärmeverbrauch von etwa 1100 kcal je erzeugte kWh hinreichen. Um diesen wirtschaftlichsten Betriebszustand erreichen zu können, ist die Kesselanlage für Werke mit 50 t lufttrockener Tagesproduktion für etwa 25 atü und bei 100 t lufttrockener Tagesproduktion für etwa 20 atü Betriebsdruck zu wählen. Wird nur ungebleichter Zellstoff hergestellt, so ist der Kesseldruck entsprechend der Verminderung des Fabrikations-Dampfbedarfes etwas höher zu wählen.

Bietet sich die Gelegenheit, Strom an benachbarte Industrie-Unternehmungen oder an das Überlandwerk abzugeben, so empfiehlt es sich, bei größeren Werken die Kesselanlage für einen wesentlich höheren Druck zu bemessen, um möglichst große Überschuß-Energiemengen absetzen zu können. Da eine konstante Stromabgabe über das ganze Jahr möglich ist, wird diese Art der Stromlieferung nicht als Abfallenergie bewertet, und es kann ein günstiger Strompreis erzielt werden.

1 = Speisewasser-Behälter
2 = Speisewasser-Vorwärmer
3 = Ekonomiser
4 = Kesselanlage
5 = Ruths-Dampfspeicher
6 = AEG-Anzapf-Gegendruck-Turbogenerator

Schema der Dampf- und Kraftanlage

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

1-D-1-Heißdampf-Lokomotiven für Brasilien.

Mitteilung der AEG.

Die vier Dampflokomotiven, die von der AEG im Dezember 1925 für die brasilianische Eisenbahn Sao Paulo—Rio Grande geliefert wurden, haben sich im Dienst so gut bewährt, daß eine andere brasilianische Eisenbahn, Ferrocarril Itararé—Fartura, auch vier Lokomotiven bei der AEG bestellte, die zur Beförderung von Güterzügen auf steigungs- und krümmungsreichen Strecken bestimmt sind. Es wurde deshalb die Lokomotiv-Bauart 1-D-1 mit vierachsigem Drehgestell-Tender gewählt (vgl. Bild). Die Hauptabmessungen sind folgende:

1-D-1-Heißdampf-Lokomotive.

Lokomotive:

Zylinder-Durchmesser	406	mm,
Kolbenhub	508	mm,
Treibrad-Durchmesser	1016	mm,
Laufrad-Durchmesser, vorn	616	mm,
Laufrad-Durchmesser, hinten	740	mm,
Fester Radstand	3360	mm,
Gesamt-Radstand	8090	mm,
Dampfüberdruck	12,65	atü,
Rostfläche	3,52	m²,
Heizfläche der Feuerbüchse, wasserberührt	13,13	m²,
Heizfläche der Rohre, wasserberührt	82,8	m²,
Gesamt-Heizfläche	95,93	m²,
Überhitzer-Heizfläche	25,6	m²,
Leergewicht	47	t,
Reibungsgewicht	36,37	t,
Dienstgewicht	53,3	t.

Tender:

Rad-Durchmesser	711	mm,
Drehgestell-Radstand	1500	mm,
Gesamt-Radstand	4770	mm,
Wasservorrat	10	m³,
Kohlenvorrat	5	t,
Leergewicht	15,0	t,
Dienstgewicht	30,0	t.

Die Bahn Itararé—Fartura verläuft im südlichen Teil des Staates Sao Paulo; der Anfangspunkt ist die Stadt Santos, der Endpunkt die Stadt Ourinhos. Die Spurweite beträgt 1000 mm, die kleinsten Kurven haben einen Radius von nur 80 m. Um diese Kurven zwanglos durchfahren zu können, ist der feste Radstand, der von der ersten und vierten Kuppelachse gebildet wird, so klein wie möglich gehalten und beträgt 3360 mm; der seitliche Ausschlag der Laufachsen ist ziemlich groß, nämlich 90 mm für die vordere und 125 mm für die hintere Laufachse. Die erste und die letzte Kuppelachse haben eine Radreifenbreite von 125 mm, dagegen sind die beiden mittleren Kuppelachsen, die ohne Spurkranz laufen, mit Radreifen von 150 mm Breite ausgeführt. Die radiale Stärke der Radreifen ist mit 86 mm verhältnismäßig groß gewählt, da sich herausgestellt hat, daß sie infolge der häufigen Bremsungen auf den langen Gefällstrecken raschem Verschleiß unterliegen.

Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, deren Bleche eine Stärke von 14 mm haben. Die Verbindung mit der Rauchkammer erfolgt durch einen Zwischenring. Auf dem Kessel befinden sich der Dom mit dem entlasteten Regler, die beiden Sandkästen, das Sicherheitsventil, die Dampfpfeife und die elektrische Lichtmaschine System AEG. Vorn auf der Rauchkammer ist der für ausländische Lokomotiven übliche Scheinwerfer angebracht.

Der Stehkessel-Mantel ist mit dem Langkessel direkt vernietet und besteht aus einem Stück. Die mit dem Stehkessel durch Stehbolzen und Bodenring verbundene Feuerbüchse ist aus Spezialeisen hergestellt und hat eine besondere Verbrennungskammer. Versteift werden die Feuerbüchswände durch die Stehbolzen und Deckenanker. Die vorderen beiden Reihen der Deckenanker sind beweglich ausgebildet, um die Material-Beanspruchung durch die Temperatur-Schwankungen möglichst herabzumindern. Als Feuertür findet eine Schiebetür Verwendung.

Die Heizfläche wird zu $^1/_7$ von der Feuerbüchse und zu $^6/_7$ von den Rohren gebildet. Die 15 Rauchrohre haben einen Durchmesser von 125/133 mm; die 100 Heizrohre 45/50 mm. Die Länge beträgt 3770 mm zwischen den Rohrwänden. In die Feuerbuchswand sind die Rohre elektrisch eingeschweißt. Ausgerüstet sind die Lokomotiven mit dem Überhitzer System „Schmidt"; die nahtlosen Überhitzer-Elemente haben einen Durchmesser von 30/38 mm.

Der Lokomotivkessel ist nur vorn an der Rauchkammer fest mit dem Rahmen verbunden; hinten erfolgt die Lagerung auf Gleitstücken. Um zu verhindern, daß der Kessel von diesen Gleitstücken abgehoben werden kann, sind besondere Klammern vorgesehen.

Der Rahmen ist als Barrenrahmen ausgebildet. Die beiden seitlichen Wangen haben eine Stärke von 80 mm, deren hinterer Teil jedoch nur 50 mm stark ist. Eine genügende Anzahl von Längs- und Querverbindungen versteift die Rahmenwangen gegeneinander.

Als Bremse ist für die Lokomotive eine Dampfbremse vorgesehen, während zur Bremsung des Zuges und des Tenders eine „Hardy"-Vakuumbremse mit Doppelluftsauger „Dreadnought" eingebaut ist. Die Bremsklötze wirken auf die 8 Kuppelräder von rückwärts.

Die ersten zwei Lokomotiven sind der Vorschrift der Bahn entsprechend nach 6 Monaten, die weiteren zwei nach 8 Monaten geliefert worden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Gehäusebauart langsam laufender Drehstrommotoren.

Mitteilung der AEG.

Beim direkten Antrieb langsam laufender, liegender Maschinen, wie Kolbenkompressoren, Kolbenpumpen usw., durch Drehstrommotoren wird der Rotor unmittelbar auf die Kurbelwelle gesetzt; die Lager der Kurbelwelle sind daher gleichzeitig die Motorlager. Der Erbauer des Kompressors liefert stets die Lager und die Welle mit, deren Abmessungen aber durch den Elektromotor stark beeinflußt werden. Zwischen der Kompressor- und Elektrizitätsfirma sind daher Verhandlungen zur Klärung der Fragen des Zusammenbaues erforderlich, für die häufig eine beträchtliche Zeit aufgewendet werden muß, die dann für die eigentliche Fabrikation fehlt. Es ist deshalb zweckmäßig, diejenigen Gesichtspunkte zu kennen, welche die Klärung der offenen Fragen erleichtern.

Die häufigste Bauart des Motors ist die, bei der die erforderlichen Schwungmassen in den Rotor verlegt sind (Bild 1). Der Luftspalt zwischen Gehäuse und Rotor ist verhältnismäßig gering und darf durch die Durchbiegung der Welle nicht beeinträchtigt werden. Die Durchbiegung wird bei Angriff der Last in der Mitte berechnet nach der bekannten Formel $f = \frac{P \cdot l^3}{J \cdot E \cdot 48}$ gemäß Bild 2, woraus zu ersehen ist, daß die Länge l von Mitte zu Mitte Lager von größtem Einfluß auf die Durchbiegung ist, bzw. daß bei gegebenem Rotorgewicht die Welle um so schwächer ausfallen kann, je geringer der Lagerabstand ist. Dieser wird in hohem Maße durch die Breite C des Motors beeinflußt; diese setzt sich zusammen aus der aktiven Eisenbreite und der beiderseitigen Ausladung der Schutzschilde. Für die Festlegung der Grubenbreite kommt aber noch ein weiterer Gesichtspunkt hinzu; es muß nämlich möglich sein, Reparaturen an der unterhalb der Maschinenhausflur liegenden Wicklung ausführen zu können.

Bild 1. Drehstrom-Schwungrad-Motor mit direkt auf der Kurbelwelle sitzendem Rotor.

Bild 2. Belastung der Kurbelwelle nach Bild 1.

Ist die Eisenbreite des Motors gering, so kann man die Grubenbreite A so groß wählen, daß nach Entfernung der Schutzschilde die Ausbesserung innerhalb der Motorgrube erfolgen kann. Von einer gewissen Eisenbreite an ist dieser Weg nicht mehr vorteilhaft, weil dann die Grubenbreite und damit die Lagerentfernung zu groß wird. Man hat daher gelegentlich die Gehäuse-Sohlplatten verlängert, um auf diesen das Gehäuse parallel zur Achse verschieben zu können; dieser Ausweg hat aber den Nachteil, daß die Grubenbreite um das Maß des Verschiebeweges vergrößert werden muß.

Die günstigste Lösung stellen die abschraubbaren Füße nach Bild 3 dar. Im Falle eines Wicklungsschadens in der unteren Gehäusehälfte werden die Schrauben e, mit denen die Gehäusefüße c auf den Sohlplatten d befestigt sind, herausgeschraubt. Alsdann wird mittels der Druckschrauben f das Gehäuse a etwas angelüftet und der obere Luftspalt an einigen Stellen mit Preßspanzwischenlagen g ausgefüllt. Dreht man nun die Druckschrauben zurück, so sitzt das Gehäuse auf dem Rotor b. Nach Entfernung der Gehäusefüße kann nunmehr mittels des Klinkwerkes bzw. des Kranes die Welle mit dem Rotor und dem darauf sitzenden Gehäuse soweit gedreht werden, bis die ausbesserungsbedürftige Wicklungsstelle der unteren Gehäusehälfte in handlicher Höhe liegt. Die Sohlplatte ist gemäß Bild 3 ausgespart, damit die obere Gehäusehälfte sich durchschwenken läßt.

Der Luftspalt kann aber auch dadurch beeinträchtigt werden, daß sich das Gehäuse selbst durchbiegt. Um dies zu vermeiden, erhält das Gehäuse einen kastenförmigen Querschnitt von hohem Widerstandsmoment. Bei Motoren mit sehr großem Durchmesser erhält das Gehäuse außerdem zu beiden Seiten Stützkreuze (Bild 4), welche die Durchbiegung des Gehäuses und damit ein Ungleichwerden des Luftspaltes verhindern.

Stator betriebsfertig Stator gedreht

Bild 3. Statorgehäuse mit abschraubbaren Füßen.

Es muß natürlich auch dafür Sorge getragen werden, daß der Luftspalt bei einer Abnutzung der Lagerschalen nach jahrelangem Betrieb wieder richtig eingestellt werden kann. Zu diesem Zweck werden Bleche von verschiedener Stärke zwischen den Gehäusesohlplatten und den Gehäusefüßen gelegt, so daß Luftspalt-Unterschiede selbst von Bruchteilen vom Millimeter ausgeglichen werden können.

Bild 4. Drehstrommotor 1300 PS, 81 U/min. mit Stützkreuzen direkt gekuppelt mit einem Stahlwerks-Gebläse.

Die vorstehend beschriebene Gehäusebauart langsam laufender Drehstrommotoren entspricht demnach allen Anforderungen in bezug auf geringen Raumbedarf, Ersparnisse bei der Kurbelwelle und den Fundamenten, auf gute Zugänglichkeit zu den Wicklungen und einfache Maßnahmen zur Erhaltung gleichbleibenden Luftspaltes.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Der Bezugsquellen-Nachweis die Zentralstelle technischer Angebote

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

1D1-Heißdampf-Lokomotive für die Jodhpur Railway Indien.

Mitteilung der AEG.

Die AEG erhielt im März 1927 einen Auftrag auf 3 Stück meterspurige 1 D 1-Heißdampf-Lokomotiven für die Jodhpur Railway Indien, der durch die von der deutschen Bauweise durchaus abweichenden Konstruktionen der Maschine besonders bemerkenswert ist.

Die im Bilde dargestellte Lokomotive hat folgende Abmessungen:

Spurweite	1000	mm
Zylinderdurchmesser	444,5	„
Kolbenhub	558,8	„
Durchmesser der Treib- und Kuppelräder	1117,4	„
Laufraddurchmesser	723,9	„
fester Achsstand	3810	„
gesamter Achsstand der Lokomotive	7976	„
Dampfüberdruck	11,25	atü
Rostfläche	2,38	m²
wasserberührte Heizfläche des Kessels	107,95	„
Überhitzerheizfläche	23,69	„
Leergewicht der Lokomotive	44,16	t
Dienstgewicht	48,25	„
Reibungsgewicht	36	„
Wasserinhalt des Tenders	13,63	m³
Brennstoffinhalt des Tenders	6	t
Leergewicht des Tenders	12,1	„
Dienstgewicht des Tenders	32	„

Die Konstruktion der Lokomotive erfolgte nach englischem Maßsystem. Der Kessel hat die im Lokomotivbau allgemein übliche Bauart. Der Langkessel besteht aus 2 Schüssen von 12,7 mm Blechstärke und einem inneren Durchmesser des vorderen, engeren Kesselschusses von 1371,6 mm. Auf dem vorderen Kesselschuß befindet sich der Dampfdom und innerhalb desselben ein Flachschieber-Regler. An der Unterseite des Langkessels befindet sich ein Schlammtopf, der gleichzeitig als Einsteigöffnung dient. Der Deckel des Topfes ist mit einem Absperrschieber versehen. Der Langkessel enthält 18 Rauchrohre und 91 Heizrohre von 4270 mm Länge. Die Rauchrohre nehmen den Überhitzer, Bauart Schmidt, auf. Auf dem Dampfsammelkasten befindet sich ein Luftsaugeventil englischer Konstruktion. Nach vorn schließt sich an den Langkessel die Rauchkammer an, die mit einem Funkenfänger amerikanischer Bauart mit Lenkplatten ausgerüstet ist. Ein Überhitzer-Klappenregler mit Dampfautomat, Bauart Baldwin, verhindert bei Leerfahrt das Durchziehen der Heizgase durch die Rauchrohre. Die Rauchkammertür ist nach amerikanischem Muster ausgeführt. Nach hinten schließt sich an den Langkessel der Stehkessel an, dessen Seitenwände nach unten stark verbreitert sind, so daß der Rost nahezu quadratische Gestalt erhält. Die Stehkessel-Vorderwand sowie die Stehkessel-Rückwand sind nach hinten geneigt. Die Feuerbuchse besteht aus Kupfer und ist mit einer Verbrennungskammer versehen. Die kupfernen Stehbolzen sowie die flußeisernen Deckenanker und Queranker sind normaler Bauart. In der Feuerbuchse befinden sich 3 Wasserumlaufrohre, die gleichzeitig als Auflage für den Feuerschirm dienen. Der Rost ist in seinem vorderen Teil als Kipprost, in dem hinteren größeren Teile als Schüttelrost mit Handantrieb ausgerüstet. Unterhalb des Rostes befindet sich der Aschkasten, der auf dem Rahmen aufliegt und — abweichend von der deutschen Bauart — keinerlei Luftzuführungsklappen enthält. Die für die Verbrennung erforderliche Luft wird durch einen zwischen dem Aschkasten und dem Feuerbuchsbodenring sich rings herumziehenden Luftspalt zugeführt; eine Regelung der Verbrennungs-Luftmenge durch das Lokomotivpersonal ist also nicht möglich. Auf der Unterseite hat der Aschkasten eine Entleerungsöffnung erhalten, die durch einen Schieber abgeschlossen werden kann. Der Rahmen ist als Plattenrahmen ausgeführt. Sämtliche Kuppelachsen der Lokomotive sind fest im Rahmen gelagert; die vordere sowie die hintere Laufachse sind nach der Bauart Bissel gestaltet. Die Dampfzylinder liegen außerhalb des Rahmens. Zwischen den Rahmenwangen befindet sich an der gleichen Stelle eine besondere Versteifung, die gleichzeitig als Rauchkammer-Sattel ausgebildet ist.

Die Zylinder sind ausgestattet mit Druckausgleichern, Bauart Baldwin. Die dritte Kuppelachse wird angetrieben. Alle Stangenlager sind ohne Nachstell-Vorrichtung ausgeführt. Die Lager für die Schwingenstangen sind mit Pendelkugellagern der S K F-Norma versehen. Die Steuerung ist als Schwingensteuerung, Bauart Heusinger, ausgeführt. Die Umsteuerung erfolgt vom Führerstand aus in üblicher Weise durch eine Schraubenspindel. Die Steuerung ist so eingerichtet, daß in jeder Fahrtrichtung Füllungen bis 77 % erreichbar sind. Die Dampfverteilung innerhalb der Zylinder erfolgt durch Kolbenschieber amerikanischer Bauart (Rohrschieber). Die Lokomotiven sind mit einer Dampfbremse und einer englischen Vakuumbremse ausgerüstet. Sämtliche Kuppelachsen werden einseitig von vorn gebremst. Der Bremszylinder der Vakuumbremse liegt auf der Blechversteifung zwischen dem Rahmen auf. Der Sandstreuer ist als Druckwasser-Sandstreuer, Bauart Lambert, ausgeführt. An dem Umlaufblech ist vor der ersten Kuppelachse auf jeder Seite ein Sandkasten angeordnet. Die Fallrohre beider Sandkästen sind vor die erste Kuppelachse geführt, so daß die Sandung nur in einer Fahrtrichtung erfolgen kann. Der Tender läuft auf 2 Drehgestellen besonderer Konstruktion. Die Drehgestelle selbst sind als Fachwerk-Drehgestelle mit zwischen den Ober- und Untergurten fest verschraubten Achsbuchsen ausgeführt. Die Abfederung der Drehgestelle geschieht durch Spiralfedern. Auf jeder Seite des Drehzapfens liegen innerhalb des kastenförmigen Hauptträgers des Gestelles je 2 Spiralfedern ineinander.

Über die Federn greift eine Kappe, die in ihrem zylindrischen Teile als Führung für die Federbewegung dient. Den oberen Abschluß dieser Kappe bildet ein kreisförmiger flacher Teller, der als Auflage für den Tenderrahmen dient. Außer der Vakuumbremse ist der Tender noch mit einer Handspindelbremse ausgerüstet.

Die Lokomotiven haben elektrische Beleuchtung, Bauart Sunoeam, erhalten. Die Kupplung ist mit Mittelpufferkupplung, System ABC, ausgeführt.

Die Lokomotive ist in erster Linie für die Beförderung von Güterzügen bestimmt, soll jedoch auch für Personenzüge Verwendung finden.

1D1-Heißdampf-Lokomotive.

Selbsttätige Elektrodenregelung für Lichtbogen-Elektrostahlöfen.

(Elektro-hydraulisches System.)

Mitteilung der AEG.

Die Wahl der Arbeitsspannung und der Schmelzstromstärke sind für den kWh-Verbrauch je Tonne Schmelzgut von ausschlaggebender Bedeutung. Während die Spannungswerte bereits bei der Projektierung der Ofenanlage festgelegt werden, wird die Schmelzstromstärke in gewissen Grenzen während des Betriebes eingestellt. Beim Einschmelzen des festen Einsatzes ist es anzustreben, dem Ofen möglichst große Energie zuzuführen. Aus den Betriebskurven*), die u. a. den Zusammenhang zwischen Lichtbogenleistung und Schmelzstromstärke darstellen, ist bekannt, daß die Lichtbogenleistung bei einer bestimmten Schmelzstromstärke einen Höchstwert erreicht und trotz weiterer Steigerung der Schmelzstromstärke sinkt. Mit steigender Lichtbogenleistung wird die Dauer der Schmelzung verkürzt, andererseits werden jedoch die elektrischen Verluste erhöht. Es ergibt sich, daß der Wert des günstigsten Schmelzstromes niedriger liegt, als dem Höchstwert der Lichtbogenleistung entspricht. Für das Verfeinern sind derartige energie-wirtschaftliche Überlegungen nicht maßgebend, da der Strom nur dazu dient, die Ofenverluste zu decken und wenn möglich, darüber hinaus eine verhältnismäßig geringe Leistung zuzuführen, die durch metallurgische Gesichtspunkte gegeben ist.

Bild 1. Apparatetafel für die elektrohydraulische Regulierung

Die wirtschaftliche Betriebsführung erfordert, daß die Stromstärken, die für die Abschnitte einer Schmelzung als günstige erkannt wurden, durch selbsttätig wirkende Vorrichtungen konstant gehalten werden. Die AEG führt, um den besonderen Verhältnissen in den einzelnen Fällen zu entsprechen, diese Vorrichtung rein elektrisch (System LT) oder elektro-hydraulisch wirkend (System HA) aus. Im folgenden wird die elektrohydraulische Elektroden-Regulierung, System HA, beschrieben, die sich in zahlreichen gelieferten Anlagen bewährt und allen Anforderungen des Ofenbetriebes entspricht.

Die Bewegung der Elektroden erfolgt durch hydraulische Druckzylinder, deren Plungerkolben durch elektro-hydraulische Arca-Ventile gesteuert werden. Eigentliches Regelorgan ist ein elektro-hydraulisches Stromrelais, das bei Über- oder Unterschreiten der eingestellten Stromstärke den Druckzylinder der Elektrode mit der Druckwasser- bzw. Abwasserleitung verbindet und dadurch die richtige Bewegung der Elektrode bewirkt. Bei Ausbleiben der Ofenspannung würde die automatische Regulierung in dem Bestreben, den Strom konstant zu halten, die Elektroden ins Bad senken. Um dies zu verhindern, ist ein Nullspannungs-Relais vorgesehen, das bei Ofen-Nullspannung die selbsttätige Regelung über ein Membran-Absperrventil abstellt und die Elektroden in der augenblicklichen Lage festhält.

Die Photobilder zeigen den übersichtlichen Zusammenbau der Apparate und Instrumente in Schaltpult und Tafel. Die Schmelzstromstärke, die jeweils konstant gehalten werden soll, kann in einfacher Weise durch einen Regulier-Widerstand in gewissen Grenzen beliebig verändert werden. Die Elektroden können auch von Hand aus durch Steuerschieber bewegt werden; von dieser Steuerung wird z. B. zur Ausführung von Manövrier-Bewegungen (Hochfahren der Elektroden beim Chargieren) Gebrauch gemacht.

Zum Betrieb der Vorrichtung ist Druckwasser von etwa 5 atü erforderlich, das in einer Druckwasser-Anlage erzeugt wird. Zur Kontrolle des Betriebes sind noch verschiedene Apparate vorgesehen, wie Amperemeter, Voltmeter, Signallampen, Manometer für die Druckwasserleitung.

Die elektro-hydraulische Regulierung der AEG hat, wie auch das rein-elektrische LT-System, den Vorzug, daß die Bewegungs-Geschwindigkeit der Elektroden sich vergrößert, je mehr der augenblickliche Strom von dem eingestellten Wert abweicht. Hierdurch wird erreicht, daß auch bei größeren Stromabweichungen der konstant zu haltende Wert fast augenblicklich einreguliert wird; andererseits wird durch Verminderung der Elektroden-Geschwindigkeit bei Annäherung an den eingestellten Stromwert ein sehr elastisches Arbeiten der automatischen Regelung erreicht.

Bild 2. Schaltpult für die elektro-hydraulische Regulierung.

Die Vorrichtung genügt allen Forderungen, die an einen leistungsfähigen Ofenbetrieb gestellt werden, u. zw.: 1. Konstanthaltung des Elektrodenstromes durch selbsttätige Regelung. 2. Feinstufige Einstellbarkeit der konstant zu haltenden Stromstärke auf einen beliebigen Wert. 3. Möglichkeit der Elektroden-Verstellung durch Betätigung von Hand. 4. Unabhängigkeit der einzelnen Phasen voneinander, so daß einzelne Elektroden selbsttätig, andere durch Verstellung von Hand geregelt werden können. 5. Augenblickliches Stehenbleiben der selbsttätig regulierten Elektroden bei Ausbleiben der Ofenspannung.

*) Stahlwerksausschuß-Bericht 102/1926.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Reguliermotor-Antrieb und Reglerhebel-Steuerung für schwere Drehbänke.

Mitteilung der AEG.

Bei Verwendung eines Reguliermotors kann, wie Bild 1 zeigt, das Getriebe einer schweren Drehbank äußerst einfach ausgeführt werden. Der Regulierbereich des Motors ist 250 bis 800 U/min, also 1 : 3,2, dies ergibt in Verbindung mit nur drei mechanischen Geschwindigkeits-Stufen einen ununterbrochenen Drehzahlbereich von 1 : 33 an der Planscheibe. Bild 2 zeigt eine Gruppe solcher Drehbänke in einem Stahlwerk. Die Motoren haben 26 PS Dauerleistung und werden von einem Glas-Gleichrichter mit 500 V Gleichstrom gespeist.

Bild 1. Schwere Drehbank mit Reguliermotor-Antrieb und Reglerhebel-Steuerung.

Infolge der kurzen Bauart der Drehbänke konnte von der Verwendung von Druckknopf-Steuerungen abgesehen werden, und es kamen die einfachen AEG-Reglerhebel-Steuerungen zur Anwendung. Diese besteht aus einem selbsttätigen Schützenanlasser mit dynamischer Bremsung, der mit dem Hauptschalter, den Sicherungen, einer thermischen Motorschutz-Vorrichtung und den Anlaßwiderständen in einem Schaltschrank zusammengebaut ist. Diese Schränke sind, wie auf den Bildern zu sehen, an der Wand angeordnet. An der Maschine befindet sich nur der Reglerhebel; dies ist ein Drehzahlregler mit Betätigungskontakten für den selbsttätigen Anlasser. Wird der Hebel aus seiner Nullstellung gedreht, so läuft der Motor sofort an. Je weiter der Hebel aus seiner ersten Einschaltstellung gedreht wird, desto mehr wird die Drehzahl des Motors hochgeregelt. Jeder Hebelstellung entspricht eine bestimmte Motordrehzahl, so daß diese sofort nach der am Reglerhebel befindlichen Skala eingestellt werden kann. Der Reglerhebel kann ganz rücksichtslos bedient werden. Die Nullstellung ist gleichzeitig Bremsstellung. Die Bremsung wirkt sehr kräftig, weil dabei der Motor seine volle Erregung solange behält, als noch Ankerspannung vorhanden ist, d. h. bis er vollständig zum Stillstand kommt. Dann schaltet sich die Erregung selbsttätig aus. Der Motor ist daher, ohne daß der im Schaltschrank befindliche Hauptschalter geöffnet wird, im Ruhezustand stromlos, und es findet keinerlei Erwärmung des Feldes oder Stromverbrauch dabei statt.

Bild 2. Gruppe von schweren Drehbänken mit Reguliermotor-Antrieb und Reglerhebel-Steuerung.

Eine Eigentümlichkeit des Gleichrichters ist, daß er Rückstrom von der Gleichstromseite nicht auf das Drehstromnetz durchleiten kann. Wenn der Gleichrichter nur auf einen Reguliermotor arbeitet und dieser von hoher auf niedrige Drehzahl mittels des Reglers herunter geregelt wird, so entsteht aber ein Rückstrom, der — weil er keinen Ausweg findet — zu gefährlichen Spannungs-Erhöhungen führen kann. Um dies zu vermeiden, hat die AEG eine Sicherheits-Vorrichtung entwickelt, die selbsttätig mittels eines Schützes und eines Bremswiderstandes (Bild 3) dem auf die geschilderte Art entstehenden Rückstrom einen Ausweg schafft, und zwar nur dann und solange solcher Rückstrom besteht. Dadurch wird jeder Stromverlust durch den Widerstand vermieden.

S = Schütz, $S\,1$ = Spannungswächter, W = Widerstand.

Bild 3. Schaltung für den Rückstromkreis.

Die neuen Berliner Stadtbahn-Motoren, Type GBM 700.

Mitteilung der AEG.

Von der AEG werden zur Zeit über 800 Motoren GBM 700 für die Elektrifizierung der Berliner Stadtbahn geliefert. Jeder Triebwagen erhält vier Fahrmotoren, von denen je zwei dauernd in Reihe geschaltet bleiben, so daß die Motoren für 375 V, isoliert für 750 V

AEG K 8275a

Bild 1. Bahnmotor GBM 700.

ausgelegt werden konnten. Die Stundenleistung beträgt 90 kW — 375 V — 267 A bei 800 U/min und die Dauerleistung 63 kW — 375 V — 185 A bei 920 U/min. Der Motor wiegt 1480 kg ohne und 1710 kg mit allem Zubehör. Die Motoren GBM 700 wurden von der AEG und den SSW gemeinsam entworfen.

Das gedrungene, achteckige Gehäuse des Motors GBM 700 (Bild 1) ist aus Stahlguß hergestellt und als ungeteiltes Kastengehäuse vollständig spritzwasserdicht gekapselt. Der Gehäusemittelpunkt liegt 30 mm über der Laufachsmitte. In die Gehäuse-Stirnwände sind Lagerschilde zentrisch eingesetzt und durch je vier kräftige Stiftschrauben befestigt. Das Motorgehäuse trägt die Ansätze für die Aufnahme der Tatzenlager und für die Aufhängung des Motors am Untergestell des Wagens. Die Tatzenlagerdeckel sind an die seitlichen Ansätze des Gehäuses angeschraubt und enthalten die Schmiergefäße.

Im oberen und unteren Gehäuseteil sind über dem Kommutator große, durch einen kräftigen Stahlblechdeckel verschlossene Öffnungen vorgesehen, die es ermöglichen, Kohle und Kohlehalter zu beobachten und sie im Bedarfsfalle leicht auszuwechseln.

Unter der Kollektoröffnung befinden sich an der Achsseite die Ausführungsstellen für die Motorkabel. Die Ausführungskabel werden mit Leder umnäht und die Kabel durch eine Gummibuchse in das Motorinnere eingeführt. Im Motorinnern werden die Kabel zum weiteren Schutz mit einem weißen Kalikoband umwickelt.

Die Durchlüftung der Motoren GMB 700 erfolgt in der Weise, daß Anker und Feld gleichzeitig von der nicht angewärmten Außenluft bestrichen werden. Durch die Einführung des Luftstromes an der Antriebseite wird das Ansaugen von Bremsstaub, Schnee oder Wasser in unmittelbarer Nähe des Kollektors vermieden. Diese besondere Art der Parallel-Lüftung, die nach DRP 357 148 durchgebildet worden ist, bewirkt, daß die Staubablagerung im Ankerinnern gering ist, weil die in das Gehäuseinnere eingedrungenen Schmutzteile durch den auf der Kollektorseite angebrachten Kreisellüfter wieder entfernt werden und die Luft-Eintrittsstelle der Kühlluft für den Anker im Innern des Motors an geschützter Stelle liegt.

Die Motoren GBM 700 werden mit Rollenlagern für die Anker geliefert und erhalten auf der Kommutatorseite ein Führungs-Rollenlager, das neben radialer Beanspruchung auch die auftretenden Axialstöße aufzunehmen hat. Auf der Triebseite ist ein Einstell-Rollenlager vorgesehen, das lediglich die Radial-Beanspruchungen übernimmt. Die Grundform des für die GBM 700-Motoren benutzten Rollenlagers ist ein reines Querlager; es hat kurze, walzenförmige Rollen, die zwischen hohen Spurkränzen geführt sind. Die Rollen haben einen massiven Bronzekäfig. Das triebseitige Einstell-Lager ist ein Außenbordlager mit festen Schultern an den Außenringen. Der Innenring dieses Lagers ist schwach ballig ausgeführt, damit etwaige Einbau-Ungenauigkeiten ausgeglichen werden können.

Das kommutatorseitige Führungsrollenlager hat ebenfalls feste Schultern am Innenring; auf der anderen Seite des Innenringes wird ein Anlaufring eingelegt.

Die Innenringe des Rollenlagers bleiben auch beim Ausbau des Ankers dauernd auf der Welle. Die Lagerschilde mit den vollständigen Rollenlagern können nach Lösen einiger Schrauben leicht abgebaut werden. Die Rollenlager kommen der höheren Betriebsicherheit wegen zur Anwendung und weil die Wartungskosten der mechanischen und elektrischen Teile gegenüber Gleitlagern herabgesetzt werden können. Besonderer Wert wurde auf die sorgfältige Abdichtung der Rollenlagergehäuse gelegt. Es sind doppelte Labyrinthe vorgesehen; außerdem ist zwischen Zahnrad und Rollenlager ein mit der Außenluft in Verbindung stehender Raum geschaffen, um die Gewähr zu geben, daß ein Fetteintritt vom Zahnrad her vermieden wird.

Die Stadtbahn-Motoren sind mit vier Haupt- und vier Wendepolen ausgerüstet. Die Hauptpole bestehen aus einzelnen schmiedeeisernen 0,7 mm starken Blechen, die durch kräftige Temperguß-Endscheiben mittels Nieten zusammengehalten werden. Die Wendepole werden aus Stahlguß hergestellt.

Die sorgfältig isolierten Feldspulen werden aus Kupferbändern gewickelt, als Grundbaustoff für die Isolation werden Glimmer bzw. Mikanit verwendet. Die Hilfsfeldspulen werden in ähnlicher Weise hergestellt. Die Spulen werden zur Erzielung einer guten Wärmeableitung kompoundiert. Die Hauptspulen sind unterteilt für 50 % Feldschwächung.

Die Ankerbleche sitzen auf einer besonderen Buchse und werden durch einen Sprengring an dem kollektorseitigen Ankerflansch gehalten. Der Kollektorkörper sitzt ebenfalls auf der Ankerbuchse, desgleichen der vollständig aus dünnwandigem Stahlguß hergestellte Lüfter. Für die Ankerwicklung wird Flachkupfer verwendet, dessen Isolation durch Mikanit erfolgt, das nach einem besonderen Verfahren um den blanken Leiter herumgepreßt wird.

Die Motoren GBM 700 erhalten gehärtete Zahnräder (Bild 2), und zwar werden die Ritzel aus hochwertigem Chromnickelstahl und die Achszahnräder aus einem im Gesenk geschmiedeten Sonderstahl hergestellt. Die Uebersetzung ist 1 : 4,25 mit 68 zu 16 Zähnen bei 9π-Teilung vorgesehen. Mit besonderer Sorgfalt wurde die geeignete Zahnform ausgewählt. Die an den Ritzeln und Achszahnrädern vorgenommenen Veredelungsverfahren durch Einsetzen der Stähle werden unter Verwendung elektrischer Glüh- und Einsatzöfen vorgenommen. Um jeden Verzug herauszubringen und einen vollkommen einwandfreien Eingriff der Zahnflanken zu erreichen, sowie ruhigen Gang der Getriebe zu gewährleisten, werden die Zahnflanken der Getriebe der Stadtbahnmotoren geschliffen. Die Verzahnung dieser Räder verbürgt größte Genauigkeit und Präzision. Die geschliffenen Zahnflanken haben eine saubere und glatte Oberfläche, wodurch der Wirkungsgrad solcher Getriebe erhöht wird.

AEG K9051

Bild 2. Zahnräder zum Bahnmotor GBM 700.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Die neuen Berliner Stadtbahn-Motoren, Type GBM 700.

Mitteilung der AEG.

Von der AEG werden zur Zeit über 800 Motoren GBM 700 für die Elektrifizierung der Berliner Stadtbahn geliefert. Jeder Triebwagen erhält vier Fahrmotoren, von denen je zwei dauernd in Reihe geschaltet bleiben, so daß die Motoren für 375 V, isoliert für 750 V

Bild 1. Bahnmotor GBM 700.

ausgelegt werden konnten. Die Stundenleistung beträgt 90 kW — 375 V — 267 A bei 800 U/min und die Dauerleistung 63 kW — 375 V — 185 A bei 920 U/min. Der Motor wiegt 1480 kg ohne und 1710 kg mit allem Zubehör. Die Motoren GBM 700 wurden von der AEG und den SSW gemeinsam entworfen.

Das gedrungene, achteckige Gehäuse des Motors GBM 700 (Bild 1) ist aus Stahlguß hergestellt und als ungeteiltes Kastengehäuse vollständig spritzwasserdicht gekapselt. Der Gehäusemittelpunkt liegt 30 mm über der Laufachsmitte. In die Gehäuse-Stirnwände sind Lagerschilde zentrisch eingesetzt und durch je vier kräftige Stiftschrauben befestigt. Das Motorgehäuse trägt die Ansätze für die Aufnahme der Tatzenlager und für die Aufhängung des Motors am Untergestell des Wagens. Die Tatzenlagerdeckel sind an die seitlichen Ansätze des Gehäuses angeschraubt und enthalten die Schmiergefäße.

Im oberen und unteren Gehäuseteil sind über dem Kommutator große, durch einen kräftigen Stahlblechdeckel verschlossene Öffnungen vorgesehen, die es ermöglichen, Kohle und Kohlehalter zu beobachten und sie im Bedarfsfalle leicht auszuwechseln.

Unter der Kollektoröffnung befinden sich an der Achsseite die Ausführungsstellen für die Motorkabel. Die Ausführungskabel werden mit Leder umnäht und die Kabel durch eine Gummibuchse in das Motorinnere eingeführt. Im Motorinnern werden die Kabel zum weiteren Schutz mit einem weißen Kalikoband umwickelt.

Die Durchlüftung der Motoren GMB 700 erfolgt in der Weise, daß Anker und Feld gleichzeitig von der nicht angewärmten Außenluft bestrichen werden. Durch die Einführung des Luftstromes an der Antriebseite wird das Ansaugen von Bremsstaub, Schnee oder Wasser in unmittelbarer Nähe des Kollektors vermieden. Diese besondere Art der Parallel-Lüftung, die nach DRP 357 148 durchgebildet worden ist, bewirkt, daß die Staubablagerung im Ankerinnern gering ist, weil die in das Gehäuseinnere eingedrungenen Schmutzteile durch den auf der Kollektorseite angebrachten Kreisellüfter wieder entfernt werden und die Luft-Eintrittsstelle der Kühlluft für den Anker im Innern des Motors an geschützter Stelle liegt.

Die Motoren GBM 700 werden mit Rollenlagern für die Anker geliefert und erhalten auf der Kommutatorseite ein Führungs-Rollenlager, das neben radialer Beanspruchung auch die auftretenden Axialstöße aufzunehmen hat. Auf der Triebseite ist ein Einstell-Rollenlager vorgesehen, das lediglich die Radial-Beanspruchungen übernimmt. Die Grundform des für die GBM 700-Motoren benutzten Rollenlagers ist ein reines Querlager; es hat kurze, walzenförmige Rollen, die zwischen hohen Spurkränzen geführt sind. Die Rollen haben einen massiven Bronzekäfig. Das triebseitige Einstell-Lager ist ein Außenbordlager mit festen Schultern an den Außenringen. Der Innenring dieses Lagers ist schwach ballig ausgeführt, damit etwaige Einbau-Ungenauigkeiten ausgeglichen werden können.

Das kommutatorseitige Führungsrollenlager hat ebenfalls feste Schultern am Innenring; auf der anderen Seite des Innenringes wird ein Anlaufring eingelegt.

Die Innenringe des Rollenlagers bleiben auch beim Ausbau des Ankers dauernd auf der Welle. Die Lagerschilde mit den vollständigen Rollenlagern können nach Lösen einiger Schrauben leicht abgebaut werden. Die Rollenlager kommen der höheren Betriebsicherheit wegen zur Anwendung und weil die Wartungskosten der mechanischen und elektrischen Teile gegenüber Gleitlagern herabgesetzt werden können. Besonderer Wert wurde auf die sorgfältige Abdichtung der Rollenlagergehäuse gelegt. Es sind doppelte Labyrinthe vorgesehen; außerdem ist zwischen Zahnrad und Rollenlager ein mit der Außenluft in Verbindung stehender Raum geschaffen, um die Gewähr zu geben, daß ein Fetteintritt vom Zahnrad her vermieden wird.

Die Stadtbahn-Motoren sind mit vier Haupt- und vier Wendepolen ausgerüstet. Die Hauptpole bestehen aus einzelnen schmiedeeisernen 0,7 mm starken Blechen, die durch kräftige Temperguß-Endscheiben mittels Nieten zusammengehalten werden. Die Wendepole werden aus Stahlguß hergestellt.

Die sorgfältig isolierten Feldspulen werden aus Kupferbändern gewickelt, als Grundbaustoff für die Isolation werden Glimmer bzw. Mikanit verwendet. Die Hilfsfeldspulen werden in ähnlicher Weise hergestellt. Die Spulen werden zur Erzielung einer guten Wärmeableitung kompoundiert. Die Hauptspulen sind unterteilt für 50 % Feldschwächung.

Die Ankerbleche sitzen auf einer besonderen Buchse und werden durch einen Sprengring an dem kollektorseitigen Ankerflansch gehalten. Der Kollektorkörper sitzt ebenfalls auf der Ankerbuchse, desgleichen der vollständig aus dünnwandigem Stahlguß hergestellte Lüfter. Für die Ankerwicklung wird Flachkupfer verwendet, dessen Isolation durch Mikanit erfolgt, das nach einem besonderen Verfahren um den blanken Leiter herumgepreßt wird.

Die Motoren GBM 700 erhalten gehärtete Zahnräder (Bild 2), und zwar werden die Ritzel aus hochwertigem Chromnickelstahl und die Achszahnräder aus einem im Gesenk geschmiedeten Sonderstahl hergestellt. Die Uebersetzung ist 1 : 4,25 mit 68 zu 16 Zähnen bei 9 π-Teilung vorgesehen. Mit besonderer Sorgfalt wurde die geeignete Zahnform ausgewählt. Die an den Ritzeln und Achszahnrädern vorgenommenen Veredelungsverfahren durch Einsetzen der Stähle werden unter Verwendung elektrischer Glüh- und Einsatzöfen vorgenommen. Um jeden Verzug herauszubringen und einen vollkommen einwandfreien Eingriff der Zahnflanken zu erreichen, sowie ruhigen Gang der Getriebe zu gewährleisten, werden die

Bild 2. Zahnräder zum Bahnmotor GBM 700.

Zahnflanken der Getriebe der Stadtbahnmotoren geschliffen. Die Verzahnung dieser Räder verbürgt größte Genauigkeit und Präzision. Die geschliffenen Zahnflanken haben eine saubere und glatte Oberfläche, wodurch der Wirkungsgrad solcher Getriebe erhöht wird.

Elektrokarren in Kommunalbetrieben.

Mitteilung der AEG.

Mit dem ständigen Wachstum der Städte steigen natürlich auch die Ausgaben für Müllbeseitigung, Straßenreinigung und Kanalreinigung; die Aufbringung der erforderlichen Beträge macht den Stadtverwaltungen zum Teil nicht geringe Sorgen. In allen diesen Betriebszweigen war früher das Pferdefuhrwerk vorherrschend. Eine Leistungssteigerung ließ sich jedoch mit dieser Beförderungsart nur durch Vermehrung der Gespanne erzielen, was jedoch nicht die erwünschte Verminderung der Unkosten mit sich brachte.

Die inzwischen vielfach durchgeführte Mechanisierung der obengenannten Betriebe hatte nicht nur eine Verbilligung, sondern auch eine Beschleunigung des Arbeitstempos zur Folge. Bei der Umstellung der Betriebe waren die Leiter vor die Frage gestellt, welche Betriebsart gewählt werden sollte, d. h. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor oder mit elektrischem Antrieb und einer Akkumulatoren-Batterie als Kraftspeicher. In der übergroßen Mehrzahl wählten die Städte die letztgenannte Betriebsart, und zwar waren hierfür die nachstehenden Gründe maßgebend.

Bild 1. Elektrokarren EK 1502 mit Anhängewagen für Mülltonnenbeförderung.

Sollten die sanitären Einrichtungen verbessert werden, so durften diese nicht durch Verbrennungsmotoren, deren Auspuffgase die Luft sehr ungünstig beeinträchtigen, in ihren Erfolgen teilweise illusorisch gemacht werden.

Bild 2. Elektrokarren mit Führersitz EKF 1502 und aufgebauter Kippmulde im Straßenreinigungsdienst.

Der elektrische Antrieb ist für Fahrzeuge, die vielfach anfahren und halten müssen, wie es bei Verwendung in den obengenannten Betrieben der Fall ist, der wirtschaftlichste und angenehmste.

Da die Fahrzeuge, insbesondere die der Straßenreinigung, auch vielfach nachts verkehren müssen, wird in den Wohnvierteln die Forderung nach vollkommen geräuschlosem Betrieb gestellt. Dem wird jedoch nur das elektrisch angetriebene Fahrzeug gerecht.

Die günstigen Erfahrungen, die man mit den Elektrokarren in Werkstatt- und Lagerhaus-Betrieben gemacht hatte, veranlaßten viele Stadtverwaltungen, dieses Fahrzeug auch für die eingangs erwähnten Zwecke in Dienst zu stellen. In Bild 1 ist ein Elektrokarren mit Anhängewagen für die Mülltonnenbeförderung dargestellt. Hier handelt es sich um den normalen Elektrokarren für 1500 kg Tragkraft mit Führerstand, der für den Sonderzweck mit einer einfachen Sitzgelegenheit und Überdachung versehen vorden ist.

Im Straßenreinigungsdienst, und zwar insbesondere im Streckendienst, herrschte bisher die Verwendung der Handkarre noch sehr stark vor. Hier hat sich der Elektrokarren, wie Bild 2 zeigt, jetzt eingeführt und behauptet das Feld einwandfrei. Für diesen Zweck ist auf die Plattform des Fahrzeuges eine Mulde gesetzt, die vier durch Klappen verschließbare Einfüllöffnungen und an den Seiten noch Haken für die Mitführung der Geräte hat. Die Mulde ist durch eine von Hand zu betätigende Teleskopwinde nach hinten für die Entleerung kippbar, nachdem die Stirnwandtür geöffnet ist.

Das in Bild 2 gezeigte Fahrzeug ist mit einem Führersitz und automobilmäßiger Handradsteuerung ausgerüstet. Auf dem Karren selbst können noch Sitze für 1 bis 2 Begleiter angebracht werden.

Des gleichen Karrens bedienen sich die Tiefbauämter für die Kanalreinigung. Hier wird jedoch, wie Bild 3 zeigt, der Karren außer der Mulde noch mit einem schwenkbaren Kran für das Anheben der Gullydeckel und Ausheben der Sinkkästen versehen. Der Antrieb des Kranes kann durch Betätigung einer Handkurbel oder auch durch einen Elektromotor erfolgen, der seinen Strom von der Karrenbatterie bezieht. Zum leichteren Kippen des Eimers in die Mulde ist noch eine Eimer-Kippvorrichtung vorgesehen

Bild 3. Elektrokarren EK 1502 mit Mulde und handbetätigtem Drehkran für Sinkkästenentleerung.

Bild 4. Elektrokarren EKF 1502 (D) für 1500 kg Tragkraft.

Für den ausschließlichen Straßendienst hat die AEG ein diesen Zwecken in jeder Beziehung gerecht werdendes Fahrzeug entwickelt, wie es Bild 4 darstellt. Der große Laufraddurchmesser von 630 mm, sowie der Radstand von 2000 mm lassen eine sehr weitgehende Verwendungsmöglichkeit zu.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Lokomotiv-Beleuchtung.

Mitteilung der AEG.

Eine wirtschaftliche Betriebsgestaltung hat zur ersten Voraussetzung die höchst erreichbare technische Vollendung aller Betriebsmittel. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Einführung der elektrischen Lokomotiv-Beleuchtung bei der Deutschen Reichsbahn zur Notwendigkeit geworden. Die außerordentlich gestiegenen Verkehrsanforderungen zeigen immer wieder die Unzulänglichkeit aller bisher verwandten Lokomotiv-Beleuchtungsarten, wie Gas, Azetylen oder Petroleum. Die große Feuergefährlichkeit dieser Lichtquellen, die hohen Betriebs- und Unterhaltungskosten und die trotzdem nur mangelhafte Beleuchtung der Lokomotive, insbesondere deren Triebwerksteile, sind Faktoren, die mit einer modernen Betriebsführung unvereinbar sind.

Bild 1. Turbogenerator L 0,5 X.

In Erkenntnis dieser Tatsachen hat sich die AEG schon seit einigen Jahren die Entwicklung eines für die Zwecke des rauhen Lokomotivbetriebes zugeschnittenen Stromerzeugers zur Aufgabe gemacht. Mit der Schaffung des kleinen Turbosatzes L 0,5 X, Bild 1, ist eine allen Ansprüchen genügende Lösung gefunden worden. Das Aggregat gewährt:

1. absolute Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen;
2. weitgehende Unabhängigkeit der erzeugten Lichtspannung vom Kesseldruck und von der Belastung; d. h. empfindliche Regulierung;
3. unbedingte Betriebssicherheit und stete Betriebsbereitschaft;
4. kleinstmögliche Wartungs- und Betriebskosten.

Das AEG-Kleinlichtaggregat besteht aus einer Aktionsturbine mit zwei auf einen Schaufelkranz wirkenden Geschwindigkeitsstufen. Die gleiche Welle trägt das Turbinenrad und den Generator. Der ganze Rotor ist in zwei Kugellagern gelagert, die jährlich nur einer einzigen Schmierung bedürfen.

Der Regulator ist ein unmittelbar wirkender Fliehkraftregler einfachster Bauart mit Federbelastung (Bild 2). Der Regulierschieber ist ein in der axialen Verlängerung der Turbinenwelle angeordneter, vom Dampfdruck völlig entlasteter Rundschieber aus nicht rostendem Stahl. Er gleitet in einer Buchse aus Monelmetall, so daß ein Festsitzen nach längerem Stillstand oder ein Abnutzen infolge der Dampfströmung nicht vorkommen kann. Die Einstellung der Umdrehungszahl kann in einfachster Weise von außen her in wenigen Minuten vorgenommen werden. Der Regulator hält die Umlaufzahl auf 3600 U/min in einem Dampfspannungsbereich von 5 bis 16 atü nahezu völlig konstant und unabhängig von der Belastung.

Der Gleichstrom-Kompoundgenerator ist als ventiliert geschützte Lagerschildmaschine ausgeführt und hat zwei Hauptpole und einen Hilfspol. Der Generator leistet dauernd 0,5 kW bei 24 oder 32 V.

Sorgfältige Prüffeldversuche haben gezeigt, daß die Umlaufzahl selbst bei maximalen Belastungs- und Dampfdruck-Schwankungen nahezu vollkommen konstant bleibt. Besonders hervorzuheben ist der auffallend geringe Dampfverbrauch von 26 kg je Stunde bei Leerlauf und 57 kg je Stunde bei Vollast.

Das ganze Turbo-Aggregat ruht auf drei Füßen, so daß Verspannungen bei der Montage vermieden werden. Turbine und Generator sind mittels eines durchbrochenen Gehäuses verbunden.

Die Anordnung auf der Lokomotive ist denkbar einfach. Der Turbogenerator kommt entweder auf der Rauchkammer oder auf dem Umlaufblech zur Aufstellung.

Das Ventil für die Dampfzuführung wird mit Hilfe eines Handrades im Führerhaus bedient. Der Abdampf entweicht ins Freie oder wird in den Vorwärmer geleitet.

Die elektrische Leitungsführung erfolgt von dem Turboaggregat zunächst zu einem Schaltkasten, in dem die nötigen Schalter sowie die Sicherungen der Hauptleitung eingebaut sind. Alle Leitungen sind in Stahlpanzerrohr zweipolig verlegt, der Schaltkasten sowie die einzelnen Steckdosen sind wasser- und staubdicht ausgeführt.

In der außerordentlichen Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Lichtanlage auf der Lokomotive beruht einer der größten Vorteile der elektrischen Beleuchtung. Alle Lampen sind abnehmbar und werden mittels Steckern an die zugehörige Steckdose angeschlossen.

Die Leitungsverlegung ist für alle deutschen Lokomotiven festgelegt und genormt, desgleichen sämtliche dazu erforderlichen Installations-Materialien, Lampen und Laternen; in kurzer Zeit dürfte auch der Turbogenerator auf eine Einheitsform gebracht sein.

1 = Schwunggewichte
2 = Ausschlagbegrenzer
3 = Regulatorfeder
4 = Drehschneiden
5 = Gelenk
6 = Sperrscheibe
7 = Kohlescheibe
8 = Spurlagergehäuse
9 = Überwurfmutter
10 = Regulierschieber
11 = Schieberbuchse
12 = Zusatzfeder
13 = Dampfeintritt
14 = Querkeil

Bild 2. Schnitt durch den Turbinenteil des Aggregates.

Mit Einführung der einheitlichen elektrischen Lokomotivbeleuchtung ist die Deutsche Reichsbahn ihrem Ziele: einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und der Sicherheit des ganzen Bahnbetriebes, einen bedeutenden Schritt näher gerückt.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohe Str. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.
Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

Absperr-Organe
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8

KSB

ARMATUREN

Dampfventile aller Art
Höchstdruckventile bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör
in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr. Leipzig

---

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (60 mm) Mk. 30.24 netto pro Einschaltung

---

AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten
Paternoster-Werke
Losenhausenwerk
Düsseldorf. Gegr. 1880

AUFZÜGE

jeder Art
Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER 1874

AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane Winden aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL

Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

in moderner Ausführung mit Treibscheibe oder Seiltrommel sowie Feineinstellung selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Selbsttätige Elektroden-Regelung für Lichtbogen-Elektrostahlöfen

(rein-elektrisches System)

Mitteilung der AEG.

Das zufriedenstellende Arbeiten einer Elektro-Ofenanlage hängt wesentlich von der guten Wirkungsweise und zweckmäßigen Ausgestaltung der automatischen Elektroden-Regelung ab. Bekanntlich gestaltet sich die Arbeitsweise bei bestimmten Schmelzstromstärken für die Einschmelz- bzw. Verfeinerungsperiode am günstigsten. Diese Stromstärken sind mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes konstant zu halten, was durch die selbsttätige Vorrichtung unabhängig von der Geschicklichkeit der Bedienung erreicht wird.

Bild 1. Schaltschrank für die LT-Regulierung mit Tirrill-Schnellreglern.

Die AEG hat, um den besonderen Verhältnissen in den einzelnen Fällen zu entsprechen, rein-elektrische und elektro-hydraulische Systeme entwickelt und mehrfach ausgeführt, die allen Anforderungen des Ofenbetriebes gerecht werden. Im Anschluß an die Beschreibung des elektro-hydraulischen Systems HA im Heft 7 dieser Zeitschrift, S. 49, wird nachstehend das rein-elektrische System erläutert.

Die AEG hat mit der LT-Regulierung ein neuartiges System eingeführt, bei dem die Nachteile vermieden werden, welche die rein-elektrischen Vorrichtungen in gewissen Fällen unbeliebt gemacht haben. Die Nachteile ergeben sich dadurch, daß der Stromkreis der Elektroden-Windenmotoren bei großer Schalthäufigkeit unter voller Spannung durch Relais und Schütze umgesteuert wird, um die Auf- oder Abwärtsbewegung der Elektroden zu bewirken. Durch diese grobstufige Schaltung wird die Relais-Regulierung eine schroffe, die Schaltorgane werden einer verhältnismäßig hohen Abnutzung ausgesetzt und bedürfen einer sorgfältigen Wartung.

Bei der LT-Vorrichtung wird jeder Elektroden-Windenmotor durch je einen Steuergenerator in Leonardschaltung gespeist. Der Rechts- und Linkslauf des Motors bzw. seine Geschwindigkeit ist durch die Spannung des Generators bestimmt, die durch die Felderregung geändert wird. Diese wird durch zwei entgegenwirkende Wicklungen erzeugt, von denen die eine gleichbleibend erregt wird, während die andere ein Tirrill-Schnellregler beeinflußt.

In Abhängigkeit vom jeweiligen Schmelzstrom wird das erforderliche Feld einreguliert, das von den zwei im Verhältnis 1 : 2 ausgelegten Erregerwicklungen hervorgerufen wird.

Der Tirrill-Schnellregler, der sich bei den verschiedensten Regulier-Aufgaben sehr gut bewährt, arbeitet in der Weise, daß er eine feste Widerstandsstufe im Erregerkreis mit sehr hoher Schwingungszahl schließt und öffnet. Je nach dem Verhältnis der Zeiten für die Kurzschlüsse zu den Einschaltungen des Widerstandes wird die Ankerspannung des Generators in feinen Übergängen positiv, null oder negativ. Es werden hierbei nur die ganz geringen Feldströme praktisch stufenlos gesteuert, während der Ankerstromkreis des Windenmotors dauernd geschlossen bleibt.

Die Kurzschluß- bzw. Öffnungszeiten des Tirrill-Widerstandes überwiegen um so mehr, je größer die Stromabweichung des augenblicklichen Wertes von dem gewünschten bzw. je größer der erforderliche Elektrodenweg ist. Dadurch erhält das LT-System den Vorteil, daß die Elektroden-Geschwindigkeit mit der Größe der Strom-Abweichung wächst und sich bei Annäherung an den eingestellten Schmelzstrom vermindert. Durch diese Eigenschaft wird ein sehr elastisches Arbeiten der Vorrichtung erzielt.

Die Abnutzung der Arbeitskontakte des Tirrill-Reglers durch die niedrigen Feldströme ist außerordentlich klein und damit auch die Wartung auf das geringste Maß beschränkt.

Für die Fernbetätigung der Elektroden von Hand, die zur Ausführung von Manövrierbewegungen (z. B. Hochfahren der Elektroden zum Chargieren) in Betracht kommt, wird das Feld des Generators durch einen Handregler gesteuert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die LT-Regulierung allen Anforderungen entspricht, die an einen selbsttätigen Betrieb gestellt werden, wie:

- Konstanthaltung des Elektrodenstromes;
- Einstellbarkeit der konstant zu haltenden Stromstärke auf einen beliebigen Wert;
- Möglichkeit der Elektroden-Verstellung durch Fernbetätigung von Hand, gleichgültig, ob die Ofenspannung vorhanden ist oder nicht;
- Unabhängigkeit der einzelnen Phasen voneinander, so daß einzelne Elektroden selbsttätig, andere durch Verstellung von Hand geregelt werden können;
- augenblickliches Stehenbleiben der selbsttätig geregelten Elektroden bei Ausbleiben der Ofenspannung.

Bild 2. Schaltpult für die LT-Regulierung.

Mit der Regulier-Vorrichtung werden die Apparate und Instrumente geliefert, die für den ordnungsmäßigen Betrieb erforderlich sind. Die Bilder 1 und 2 zeigen den übersichtlichen Zusammenbau der Bedienungselemente in Schalttafel und Schaltpult.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" D.R.P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D.R.P.

Entöler

Vorwärmer

Bühring A.-G. Landsberg (Bz. Halle)

ABDAMPF-ENTÖLER

Ölfang-Flanschen als Zwischenflanschen oder zum Annieten usw.

DRP a.

R. Scheibe & Söhne G. m. b. H. Leipzig, Hohe Str. 15

ANALYSEN- und andere WAAGEN

H. Schönfeldt, Berlin-Steglitz Heesestraße 7

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther G.m.b.H. Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

Absperr-Organe Schmierapparate jeder Art für alle Zwecke

Gustav Gulde G.m.b.H. Armaturenfabrik Ludwigshafen a. Rhein 8

KSB ARMATUREN

Dampfventile aller Art

Höchstdruckventile bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker A.-G., Frankenthal (Pfalz)

ARMATUREN

Spezialität: Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen Elektrohängebahnen Verladebrücken Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr. Leipzig

AUFZÜGE

Gegr. ORIGINAL MSN AUFZÜGE 1861

AUFZUGSWERKE **Schmitt & Sohn** MÜNCHEN·NÜRNBERG·ESSEN FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne Maschinenbau-Aktiengesellschaft Hanau a.M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G. Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert. Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE Bremsmotoren Bremsmagnete Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G. Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld Maschinen- u. Apparate-Fabrik Halle (Saale)

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten Paternoster-Werke

Losenhausenwerk Düsseldorf. Gegr. 1880

AUFZÜGE

jeder Art Paternoster Krane baut

Maschinenfabrik Wiesbaden G. m. b. H.

SCHINDLER 1874 AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H. Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE für Lasten und Personen

Elektro-Züge 150–5000 kg Tragkraft Krane Winden aller Art

Fr. Schüle & Co., Aufzugs- und Hebezeugfabrik Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-AUFZÜGE STAHL

Paternoster Elektrozüge

R. Stahl, A.-G. Stuttgart

AUFZÜGE

Hängebahnen, Transportanlagen liefern als Spezialität

Maschinenfabrik u. Eisengießerei **Thiele & Maiwald** Glatz i. Schles.

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller Frankfurt a/M.-West

AUTOMATEN SPANNZANGEN

in Präzisions-Ausführung

Walter Schaefer, Altona (Elbe) Kleine Gärtnerstraße 85

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Drehstrom-Doppelnutmotoren und Anlaß-Riemenscheiben.

Mitteilung der AEG.

Für alle Betriebe, in denen Drehzahlregelung der laufenden Maschinen nicht verlangt wird, ist Verwendung des einfachen billigen Drehstrom-Kurzschlußanker-Motors erstrebenswert. Der Kurzschlußanker-Motor hat weder Schleifringe und Bürsten noch sonst irgendwelche Teile, die einem Verschleiß unterliegen, und ist so dem rauhesten Betrieb gewachsen, ohne besonderer Wartung zu bedürfen. Die Bedienung ist einfach und kann ohne Bedenken ungeschultem Personal überlassen werden. Bedienungsfehler sind praktisch ausgeschlossen.

Trotz dieser Vorzüge war die Verwendung von Kurzschlußanker-Motoren bisher starken Einschränkungen unterworfen. Die Motoren nehmen nämlich im Augenblick des Einschaltens einen Anlaßstrom auf, der etwa 6- bis 8mal so groß ist wie der normale Betriebsstrom.

Dieser große Anlaßstrom verursacht erhebliche Schwankungen der Netzspannung, die ihrerseits starke Lichtzuckungen der angeschlossenen Beleuchtungskörper zur Folge haben.

Von der Mehrzahl der Elektrizitätswerke ist daher für größere Leistungen als etwa 3 kW Verwendung von Schleifringanker-Motoren vorgeschrieben. Die Schleifringanker-Motoren werden der Forderung des geringen Anlaufstromes gerecht und entwickeln auch beim Anlauf ein ausreichendes Drehmoment, können es aber sonst in keiner Weise mit dem einfachen Kurzschlußanker-Motor aufnehmen.

Außer Schleifringen und Bürstenapparat ist die Verwendung eines besonderen Anlassers sowie eines Netzschalters erforderlich. Alle diese Teile unterliegen ständigem Verschleiß und bedürfen sachverständiger Wartung.

Da Leistungsfaktor und Wirkungsgrad erheblich schlechter sind als bei normalen Kurzschlußanker-Motoren, sah man zwecks Verbesserung der elektrischen Eigenschaften bei größeren Schleifringmotoren noch eine besondere Kurzschluß- und Bürsten-Abhebevorrichtung vor. Diese ermöglicht Kurzschließen der Schleifringe und Abheben der Bürsten von den Ringen nach beendetem Anlaßvorgang, so daß die Motoren als einfache Kurzschlußanker-Motoren weiterlaufen. Auch diese Vorrichtung unterliegt ständiger Abnutzung. Beim Anlassen und Abstellen der Motoren ist stets Betätigung des Netzschalters, des Anlassers und der Bürstenabhebe- und Kurzschlußvorrichtung erforderlich (Abb. 1). Bedienung und Wartung ist daher derart umständlich, daß sie nur sachverständigem Personal überlassen werden kann.

In Erkenntnis der zahlreichen Nachteile der Schleifringanker-Motoren sind seit langen Jahren Bemühungen im Gange, Kurzschlußanker-Motoren zu bauen, die bei Entwicklung eines ausreichenden Anlauf-Drehmomentes keinen größeren Anlaufstrom aufnehmen als Schleifringanker-Motoren gleicher Größe.

Mit dem von der AEG entwickelten Doppelnutmotor wurde eine elektrische Maschine geschaffen, die die ausgezeichneten Betriebs-Eigenschaften des Käfigankermotors mit den guten Anlauf-Verhältnissen des Schleifringanker-Motors in sich vereinigt. Der Motor hat weder Schleifringe noch sonst irgendwelche Teile, die dem Verschleiß unterliegen oder an denen Funkenbildung auftreten kann; er ist daher für Aufstellung in staubigen und feuergefährlichen Räumen, für Verwendung in landwirtschaftlichen Betrieben, Tischlereien usw. besonders geeignet.

Bild 1. Schleifringanker-Motor mit Kurzschluß- und Bürstenabhebe-Vorrichtung sowie Netzschalter und Anlasser.

Die Inbetriebnahme erfolgt durch einen einfachen Sterndreieck-Schalter und ist daher so einfach, daß sie jedem Laien überlassen werden kann.

Der Doppelnutmotor arbeitet nach dem vor bereits etwa 25 Jahren von Boucherot & Dolivo-Dobrovolsky entwickelten Stromverdrängungs-Prinzip.

Ein am äußeren Umfang des Läufers vorgesehener Käfig aus Stäben geringen Querschnitts dient als Anlaufwicklung, während ein weiter im Innern des Läufers untergebrachter Käfig aus stärkeren Stäben die eigentliche Arbeitswicklung darstellt.

Bild 2. Doppelnutmotor mit AEG-Anlaß-Riemenscheibe und Sterndreieck-Schalter.

Gemäß dem Prinzip der Stromverdrängung ist während des Anlaufens des Motors nur die Anlaufwicklung stromführend. Mit steigender Drehzahl wächst der Strom in der Arbeitswicklung, bis diese nach Erreichen der Nenndrehzahl hauptsächlich den Arbeitsstrom führt. Die Stromverdrängungs-Anordnung übernimmt somit selbsttätig die Funktion eines Anlassers.

Die Käfigwicklungen werden wie bei dem normalen AEG-Kurzschlußanker-Motor nach einem Spezialverfahren in das Ankerblechpaket eingegossen und bilden ein einziges zusammenhängendes Gußstück. Löt- oder Schweißstellen, die stets eine Fehlerquelle darstellen, fehlen völlig, so daß die Anker als praktisch unzerstörbar angesehen werden können.

Bei Anlassen mittels Sterndreieck-Schalters nehmen die Motoren den 1,6fachen Anlaufstrom auf; sie entwickeln dabei ein Anlauf-Drehmoment, das etwa 60 % des Normal-Drehmomentes beträgt, und können daher überall Verwendung finden, wo bisher Schleifringanker-Motoren mit Halblastanlassern vorgesehen werden mußten.

Bei Vollastanlauf müssen die Doppelnutmotoren außer dem Sterndreieck-Schalter mit AEG-Anlaß-Riemenscheiben ausgerüstet werden, mittels deren die Doppelnutmotoren zunächst unbelastet ihre Leerlauf-Drehzahl erreichen. —

Erst nach Verlauf einer bestimmten Zeit, die so gewählt ist, daß die Motoren inzwischen bequem in Dreieckstellung umgeschaltet werden können und somit ihr volles Drehmoment abzugeben in der Lage sind, erfolgt selbsttätig Mitnahme der Last.

Die mit AEG-Anlaß-Riemenscheiben ausgerüsteten Doppelnutmotoren nehmen daher bei Anlassen mittels Sterndreieck-Schalters auch bei Vollastanlauf nur den 1,6fachen Nennstrom auf und können überall vorgesehen werden, wo bisher Verwendung von Schleifringanker-Motoren mit Vollastanlassern erforderlich war.

Gemäß dem Bestreben, die Wartung der Motoren möglichst einfach zu gestalten, werden die Doppelnutmotoren stets mit Kugellagern ausgerüstet.

Im äußeren Ansehen und in den Abmaßen unterscheiden sich die Doppelnutmotoren nicht von den normalen AEG-Kurzschlußanker-Motoren.

Leistungsfaktor und Wirkungsgrad der neuen Motoren sind besser als die von Schleifringanker-Motoren gleicher Größe. Bei Teillast werden sogar die Werte gleichgroßer normaler Kurzschlußanker-Motoren erreicht.

Moderne Fuß- und Zwischenventile

für Pumpenleitungen

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 5

Fig. 4

Der Nutzeffekt der Pumpen wird in vielen Fällen durch Einbau ungeeigneter Ventile wesentlich herabgemindert, und nachweisbar sind durch Auswechslung veralteter Ventile bedeutende Mehrleistungen erzielt worden. Reuthers neue Ventile sind auf das sorgfältigste ausgeprobt und aus allerbestem Material hergestellt, so daß wir volle Garantie für Wirtschaftlichkeit bei höchster Betriebssicherheit übernehmen können. Durch

Widerstandshöhe in Meter Wassersäule

1,2 1,0 0,8 0,6 0,4 0,2

0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0

--- Mittelwerte des Durchflußwiderstands für Fußventile 50 ÷ 80 mm l. Weite
— " " " " " 90 ÷ 350 mm " "
Wassergeschwindigkeit im Anschlußstutzen in Meter in der Sekunde.

rationelle, ins einzelne gehende Reihenfertigung können die Ventile zu verhältnismäßig billigen Preisen geliefert werden.

Die Anwendung der Fußventile, Fig. 1, empfiehlt sich für Saugleitungen, in denen nur eine geringe Wassergeschwindigkeit auftritt, also bei Handpumpen, Hof- und Straßenpumpen, einfachwirkenden Kolbenpumpen, Baupumpen, soweit sie schlammiges Wasser ohne Faserstoffe fördern.

Hingegen ist die Anwendung der Fußventile, Fig. 3, unbedingt in allen modernen Anlagen mit Maschinenbetrieb geboten, in deren Saugleitungen infolge der Verwendung von Zentrifugalpumpen, rotierenden Pumpen, mehrfachwirkenden Kolbenpumpen Wassergeschwindigkeiten von 1 bis 2 m in der Sekunde und darüber hinaus auftreten. Diese modernen Ventile haben auch bei diesen hohen Wassergeschwindigkeiten einen geringen Durchflußwiderstand und bieten somit die beste Gewähr für die in erster Linie zu erstrebende Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Weitere Vorzüge dieser Ventile sind: Hohe Betriebssicherheit infolge des sicheren Abschlusses beim Stillstand durch die Verwendung der Dichtungsart Gummi auf Eisen; sanftes Aufsetzen beim Schließen durch zweckentsprechende Ausbildung des Abschlußorgans; die freie Durchflußfläche des Seihers bei kleiner Lochung ist gleich dem Vielfachen des Rohrquerschnittes. Aus Gründen der Betriebssicherheit bauen wir die Fußventile für Anschlußweiten von 400 bis 1000 mm l. W., s. Fig. 5 und 5 a, als Gruppenventile unter Beibehaltung der konstruktiven Durchbildung für die einzelnen Abschlußorgane, weil die Praxis gezeigt hat, daß die Bruchgefahr bei einem in Gruppen unterteilten Ventil geringer ist als bei einem Ventil mit einem einzigen großen Abschlußorgan. Die Unterteilung in Gruppen ergibt ferner gegenüber einem großen Einzelventil den Vorzug eines geringeren Ventilkegelgewichtes und infolgedessen einen geringeren Durchfluß-Widerstand.

Fig. 5a

Man verlange Angebot und Drucksache Nr. 45 Ba.

BOPP & REUTHER G·M·B·H **MANNHEIM-WALDHOF** Gegr. 1872

FABRIK FÜR WASSER-, GAS- UND DAMPFARMATUREN, WASSERMESSER UND SPEZIALMESSER

Wasserbremsen für große Leistungen und niedrige Drehzahlen.

Mitteilung der AEG.

Mit dem Fortschreiten der Elektrifizierung und der Schnelligkeitssteigerung in der Warenherstellung und im Verkehrswesen sind die Ansprüche an alle Arten von Maschinen, die elektrische oder mechanische Kraft erzeugen, außerordentlich gestiegen. Für die Entwicklung der Technik innerhalb der letzten Jahre ist kennzeichnend, daß Turbo-Generatoren von 100 000 kW oder Schwerölmotoren von 20 000 PS Einheiten darstellen, deren Bau heute keine Schwierigkeiten mehr bereitet. Den erhöhten Anforderungen mußten sich auch die maschinellen Einrichtungen der herstellenden Werke, d. h. Bearbeitungsmaschinen wie Prüfvorrichtungen, anpassen. Gerade zurzeit wird auf ein wirtschaftliches Arbeiten der gelieferten Maschinen großer Wert gelegt, und da für Verbesserungen auf diesem Gebiete vor allem das Auswerten der Prüfergebnisse maßgebend ist, darf von Maschinenfabriken, denen an der Aufrechterhaltung ihrer Wettbewerbfähigkeit liegt, die Erweiterung und Neugestaltung ihrer Prüfeinrichtungen nicht vernachlässigt werden.

a = Waage, b = Ausgleichgewicht, c = Bremsengehäuse, d = Laufrad, e = Wasserüberlauf, f = Wasserablauf, g = Ringschieber, h = Drehvorrichtung zum Ringschieber, i = Wasserzulauf, k = Abwicklung des Ringschiebers, l = Leittaschen des Ringschiebers, geöffnet, m = Leittaschen des Ringschiebers, geschlossen, n = Pendelstütze.

Bild 1.
Schnitt durch eine AEG-Wasserbremse
(N = 10 000 PS, n = 100 ÷ 125 U/min).

Von allen Prüffeldmessungen ist das Feststellen der genauen Leistungen die wichtigste. Um die Energieabgabe bei Kraftmaschinen zu ermitteln, verwendet man in erster Linie die elektrische Bremse, die sowohl die einfachste und sauberste ist als auch verhältnismäßig wirtschaftlich arbeitet. Sie läßt sich jedoch nicht bei allen Drehzahlen gebrauchen, insbesondere nicht bei niedrigen; und weil das Zwischenschalten von Übersetzungsgetrieben die Fehlerquellen bei den Messungen vermehrt und durch die Anschaffung zahlreicher Zahnradvorgelege die Anlagekosten wesentlich erhöht werden, kommt in solchen Fällen hauptsächlich das hydraulische Abbremsen in Frage. Mechanische Bremsvorrichtungen, wie der Pronysche Zaum, werden kaum noch angewendet; sie lassen sich nur zum Feststellen geringer Kräfte benutzen und auch nur dann, wenn man auf einen ruhigen, stoßfreien Gang keinen Wert legt.

Die AEG, die große Dieselmotoren und Schiffsturbinen mit Zwischengetrieben zum Antrieb langsam laufender Schraubenwellen baut, hat zum Erproben ihrer Maschinen eine Anzahl von Wasserbremsen entwickelt, für die acht Haupttypen vorgesehen sind; vier von diesen betreffen sogenannte reversierbare, die übrigen nicht umkehrbare Bremsen. Das Leistungsgebiet reicht für beide Arten von etwa 500 bis 10 000 PS, wobei die Drehzahlen zwischen 50 und 450 U/min liegen. Mit den reversierbaren Bremsen können im allgemeinen Leistungen bis zu 10 000 PS bei 150 U/min und bis zu 1000 PS bei 450 U/min abgebremst werden, mit den nicht reversierbaren bis zu 10 000 PS bei 100 U/min und bis zu 3500 PS bei 450 U/min.

Die Arbeitsweise der AEG-Wasserbremse ist die bei hydraulischen Bremsen übliche. In einem mit Wasser gefüllten gußeisernen Gehäuse, das auf zwei Pendelstützen ruht, läuft ein Schaufelrad, dessen Welle durch das Gehäuse hindurchgeführt und mit der zu messenden Antriebsmaschine unmittelbar gekuppelt ist. Setzt man die Kraftmaschine in Betrieb, so bringt das Schaufelrad das Wasser in Umlauf; das Drehmoment der Kraftmaschine wird durch das Wasser auf das Gehäuse übertragen, und der am Hebelarm des Gehäuses wirkende Bremsdruck kann mittels einer Waage gemessen werden. Aus Bremsdruck, Länge des Hebels und Drehzahl erhält man die von der Antriebsmaschine abgegebene Leistung.

Bild 1 zeigt zwei Schnitte durch eine 10 000 PS-Wasserbremse, aus denen die sorgfältig durchdachte AEG-Konstruktion hervorgeht. Durch die Zulaufrohre i tritt das Wasser zu beiden Seiten des Laufrades d an der Nabe ein und wird durch dessen vorwärts gekrümmte Schaufeln nach außen geschleudert. Das Laufrad ist radial von einem Ringschieber g umgeben; seine Leittaschen l bewirken, daß das Wasser in die Rücklaufkanäle des Gehäuses überströmt. Durch Führungsrippen, die am Gehäusekörper sitzen, wird das Wasser dann zum zweitenmal umgelenkt und setzt nach seinem Eintritt in den Rotor den Kreislauf fort.

Gegenüber den bekannten Systemen bietet die AEG-Bremse eine Reihe wesentlicher Vorteile. Hervorgehoben sei vor allem die Wirkungsweise der genau erprobten gekrümmten Schaufeln, durch die sich eine drei- bis vierfach höhere Bremsleistung ergibt als bei radial angebrachten Schaufeln. Da bei gleicher Leistung die umlaufende Wassermenge hierdurch erheblich geringer gehalten werden kann, wird die Bremse in ihren Abmessungen klein, billig in der Anschaffung und leicht in der Bedienung. Als Vorzug muß ferner die außerordentlich einfache Regulierung angesehen werden. Bei der AEG-Regelung sind lediglich durch Betätigung des Ringschiebers und des Ablaufventils Leistungsänderungen bis abwärts zu 3 bis 5 % der Vollast möglich, wodurch die bei anderen Bremsen vielfach übliche Anwendung schwerer Gewichtsplatten fortfällt.

a = Waage, b = Ausgleichgewicht, c = Gehäuse, e = Wasserüberlauf, f = Wasserablaufschieber, h = Drehvorrichtung zum Ringschieber, i = Wasserzulauf, o = Entlüftung.

Bild 2.
AEG-Wasserbremse (N = 10 000 PS, n = 100 ÷ 125 U/min).

Bild 2 zeigt eine 10 000 PS-Wasserbremse für einen Drehzahlbereich von 100 bis 125 U/min in der Ansicht.

Bemerkt sei noch, daß die Entwicklung der AEG-Wasserbremse in besonderem Maße durch die Erfahrungen gefördert worden ist, welche die AEG seit 25 Jahren auf dem Gebiete des Dampfturbinen-, Kreiselverdichter- und Pumpenbaues erworben hat.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Flanschmotor-Getriebe.

Mitteilung der AEG.

Neuzeitliche Zahnradgetriebe mit genau bearbeiteter Verzahnung von geringer Teilung bei großer Zahnbreite, die in vollständig geschlossenem Ölgehäuse laufen, haben einen sehr guten Wirkungsgrad (98 ÷ 99 vH je Zahnradpaar), lange Lebensdauer, verhältnismäßig kleine Abmessungen und geräuschlosen Lauf.

Bild 1. Flanschmotor-Getriebe mit geschlossenem Drehstrom-Motor.

Wegen dieser Eigenschaften werden solche Getriebe immer häufiger an Stelle sperriger Riementriebe verwendet, zumal, da sie auch die Verwendung von Motoren mit günstigsten hohen Drehzahlen dort ermöglichen, wo sonst Langsamläufer mit ungünstigem Wirkungsgrad und Leistungsfaktor nötig wären. Durch Zusammenbau des Getriebes mit dem Motor kann eine Vereinfachung und Platzersparnis erzielt werden. Dieser Zusammenbau wurde zunächst so ausgeführt, daß das Getriebe an Stelle des antriebseitigen Lagerschildes an das Motorgehäuse angeflanscht wurde (Getriebe- oder Vorgelege-Motor). Damit wurde aber selten ein ruhiger, erschütterungsfreier Lauf erzielt, obwohl man schon bei kleineren Leistungen die Getriebe mit zwei Kraftwegen, mit federnden Zahnrädern und dergleichen verwendete. Der Grund ist leicht erklärlich; das Gehäuse und die Füße sind besonders bei Drehstrom-Motoren für die Höchstkräfte berechnet, die bei ungünstiger Beanspruchung durch Riemenzug auftreten können. Wird aber ein Getriebe angebaut, so werden die Drehmomente und gegebenenfalls die Biegungsmomente im gleichen Verhältnis wie die Räderuntersetzung höher. Da nun Untersetzungen von 1:2 bis 1:100 und darüber eingebaut werden, so werden die für einen erschütterungsfreien Betrieb sehr geringen Material-Beanspruchungen recht bald überschritten, so daß trotz sorgfältigster Ausführung des Getriebes unruhiger Lauf, Klemmungen, falsche Zahneingriffe und mithin rasche Abnutzung eintreten müssen.

Bild 2. Flanschmotor-Getriebe mit geschlossenem, mantelgekühltem Drehstrom-Motor.

Die AEG machte deshalb von dieser Ausführung keinen Gebrauch, sondern befestigte den Motor an ein in sich stabiles und von vornherein für alle auftretenden Kräfte bemessenes Getriebe durch Anflanschen (Bild 1). Diese technisch richtige Ausführung entspricht auch den Ansprüchen der äußeren Formgebung, um so mehr, als das Getriebe in der Regel schwerer als der Motor ist.

Bild 3. Gruppe von Flanschmotor-Getrieben mit geschlossenen, mantelgekühlten Drehstrom-Motoren.

Die für Flanschmotor-Getriebe verwendeten Motoren sind Normal-Motoren. Bei dem Anflanschen werden nur der antriebseitige Lagerschild und die Füße abgeschraubt. Angegossene Motorfüße werden abgebohrt. Es kann also jeder Normal-Motor angeflanscht werden. Die Flanschmotor-Getriebe werden außer für offene, geschützte und geschlossene Motoren auch für geschlossene, mantelgekühlte Motoren ausgeführt (Bild 2). Eine Reihe solcher Getriebe mit geschlossenen mantelgekühlten Motoren zeigt Bild 3. Im Getriebe sind die Öffnungen für die Motor-Kühlluft sichtbar. Das eigentliche Getriebe befindet sich aber in dem dicht verschlossenen Gehäuse mit Ölfüllung. Bild 4 zeigt dagegen das Getriebe mit einem schwallwassersicher ausgeführten Gleichstrom-Motor.

Bild 4. Flanschmotor-Getriebe mit schwallwassersicherem Gleichstrom-Motor.

Bild 5. Platzersparnis durch Flanschmotor-Getriebe gegenüber getrenntem Getriebe (beide mit Gleichstrom-Motoren VGN 55, 7 PS, 1430 U/min und Getriebe-Uebersetzung ca. 1:40).

Die Platzersparnis, die man durch derartige Getriebe gegenüber Getrieben mit getrennten Motoren erzielt, läßt sich aus Bild 5 erkennen. Die Platzersparnis gegenüber sonstigen Getrieben ist natürlich noch weit erheblicher. Die Getriebe werden für Uebersetzungen bis 1:7 mit einem Räderpaar, für größere Uebersetzungen mit zwei oder noch mehr Räderpaaren ausgeführt. Bei der Ausführung mit einem Räderpaar besteht insofern eine Abweichung von den in den Bildern gezeigten Ausführungen, als die abtreibende Welle nicht in der gleichen Achse liegt wie die Motorwelle. Außerdem werden die Getriebe auch mit Wechselräder-Übersetzung für verschiedene Geschwindigkeiten der abtreibenden Welle ausgeführt. Die Drehzahlen der Motoren sind bei Drehstrom vorzugsweise 1500 u. bei Gleichstrom bis 2000 U/min.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Elektro-Kreiselkompressoren mit Gehäusekühlung

Mitteilung der AEG.

Die Nachfrage nach elektrisch betriebenen Kreiselkompressoren ist im Steigen begriffen. Besonders in Bergwerksbetrieben liegt das Bestreben vor, die elektrische Krafterzeugung in wirtschaftlichster Form auf einem Schacht zu vereinigen und den Nachbarschächten die erforderliche Energie nur in Form von elektrischem Strom zuzuführen.

Unter Berücksichtigung dieser Bestrebungen hat die AEG für Ansaugeleistungen von etwa 5000 bis 30 000 m³/h eine Reihe von Elektro-Kreiselkompressoren für Drücke bis 8 atü entwickelt, die ausschließlich mit Gehäusekühlung versehen sind. Der Zwischenkühler entfällt vollkommen, so daß auf die Unterkellerung verzichtet werden kann, die der Elektromotor im Gegensatz zur Turbine ohnehin nicht benötigt. Neben der Vereinfachung der Fundamente ist die einfachere und billigere Bauart des AEG-Kreiselkompressors mit der neueren Gehäusekühlung erwähnenswert.

Bild 1 zeigt die zwölfstufige Type EK 12 g, die für eine Nennleistung von 15 000 m³/h bei 6 atü mit AEG-Spezial-Zahnradvorgelege mit doppelter Schrägverzahnung, $n = 1485/5600$ und mit 1600 kW-Drehstrom-Induktionsmotor für 5000 V, 50 Per/s an eine Kohlenzeche bei Essen geliefert wurde. Die Saugleistung ist bei Regelung mit der Saugklappe um nicht weniger als 43 % herabregelbar. Der bemerkenswerte Vorteil der hohen Entlastbarkeit erklärt sich einerseits aus der günstigen Betriebsdrehzahl, ist aber andererseits auf die Anwendung der neueren Gehäusekühlung zurückzuführen, die zur Erzielung der den Zwischenkühlern gleiwertigen Kühlwirkung eine mäßige Vergrößerung des Gehäusedurchmessers mit entsprechend verlängerten Diffusorkanälen bedingt. Der Antriebsmotor ist eine normale Wasserhaltungstype und entspricht demgemäß in seinen Hauptmaßen den hierfür durch DIN/VDE-Normen 2652 festgelegten Abmessungen. Alle Betätigungshandräder für Kompressor und Motor liegen auf einer Seite, ebenso sind von der Bedienungsseite aus alle Instrumente zu übersehen.

Bild 1. AEG-Elektro-Kreiselkompressor Type EK 12 g für 15 000 m³/h Saugleistung bei 6 atü, mit Gehäusekühlung, Zahnradvorgelege und vierpoligem Drehstrom-Induktionsmotor.

Die Bilder 2 und 3 zeigen Einzelheiten des Kompressorgehäuses, dessen Zellenaufbau verschiedene Neuerungen aufweist und dessen Herstellung nur durch die Verfeinerung in der Gießereitechnik möglich geworden ist. Bild 2 links gibt schematisch den Schnitt durch die Diffusorschaufeln einer Gehäusezelle, Bild 3 die Aufsicht auf die wagerechte Teilfuge des fertigen Kompressors wieder. Jede einzelne Zelle mit Diffusor- und Umkehrschaufeln bildet ein Gußstück für sich, die Abdichtung ihrer Saug- und Druckseiten erfolgt durch Labyrinth-Stopfbuchsen. Die Zellen sind in ihren äußeren Abmessungen untereinander gleich und leicht auswechselbar, durch Verringerung oder Vergrößerung ihrer Zahl läßt sich das Druckverhältnis bei gleicher Drehzahl ändern. Den Abschluß der 11 hintereinander angeordneten Zellen bildet der Saug- und der Druckdeckel. Das Ganze wird durch eine größere Zahl kräftiger Ankerbolzen axial zusammengehalten (Bild 1 u. 2). Einen Querschnitt durch die hohlen, zwischen den Diffusor- und Rückführkanalwänden der Gehäusezellen eingebauten Kühlkammern gibt Bild 2 rechts wieder. Das unten durch fünf Absperr- und Regelventile eintretende Kühlwasser durchfließt die einzelnen Zellen, wobei es durch Rippen mehrfach geführt und umgeleitet wird. Die Ableitung erfolgt durch ein gemeinsames Abflußrohr, das an der höchsten Stelle mit einer Entlüftungs-Vorrichtung versehen ist (Bild 1). Besondere Sorgfalt wurde auf die Ausführung der Durchführungen in den Teilfugen gelegt, die in Bild 2 rechts nur schematische Andeutung finden konnten. Für einfache Reinigungsmöglichkeit ist dadurch gesorgt, daß jede Zellenhälfte vier leicht zugängliche Handlöcher erhielt, die durch schnell abnehmbare Deckel wasserdicht verschlossen sind.

a = Läufer
b = Diffusor
c = Kühlwasserzufluß
d = Kühlwasserabfluß
e = Reinigungsdeckel

Bild 2. Gehäusezelle des Kreiselkompressors Type EK 12 g.

Die zwölf aus Lauf- und Deckscheibe mit eingenieteten Schaufeln bestehenden Kreiselräder sind mittels kegeliger Ringbüchsen auf die Welle aufgezogen, damit sie ebenfalls leicht auseinandergenommen werden können. Der in Richtung zum Saugdeckel entstehende Axialschub wird durch das Endlager aufgenommen, das als Einring-Segment-Drucklager ausgebildet ist. Der Druckausgleichkolben mit seinen unvermeidlichen Spaltverlusten ist ganz vermieden. Läufer- und Ritzelwelle sind durch die seit Jahren bewährte AEG-Doppel-Verzahnungskupplung verbunden, die der letztgenannten das nötige axiale Spiel gibt. Die Motorwelle ist mit dem Getriebe durch feste Kupplung verbunden; am anderen Ende der Getriebewelle sitzt die Zahnradölpumpe für die Ölversorgung (Bild 3) Während des Anfahrens werden Lager und Zahnradvorgelege von einer kleinen elektrisch betriebenen Hilfspumpe versorgt.

Bild 3. Aufsicht auf die wagerechte Teilfuge der unteren Gehäusehälfte des Kreiselkompressors Type EK 12 g.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Die AEG-Kohlenstaublokomotive.

Mitteilung der AEG.

Viele Kohlensorten lassen sich wegen ihrer ungünstigen physikalischen und chemischen Zusammensetzung auf Rosten schlecht oder gar nicht verfeuern. Es machte sich deshalb bereits vor längerer Zeit das Bestreben geltend, diese Kohlen in anderer Weise nutzbar zu machen, wobei sich herausstellte, daß diese nur im staubförmigen Zustand mit gutem wirtschaftlichem Nutzeffekt verfeuert werden können. Das Interesse für diese neue Feuerungsart erstreckte sich zunächst nur auf den stationären Dampfkessel- und Ofenbetrieb, wo sehr gute Erfolge erzielt wurden. Es lag nahe, zu untersuchen, ob sich eine Verfeuerung staubförmiger Kohle auch im Lokomotivbetrieb ermöglichen läßt. Das Ziel der Versuche ging dahin, die Verfeuerung von Kohlenstaub im Lokomotivkessel ohne grundsätzliche Änderung des bewährten Stephenson-Kessels zu erreichen. Dem standen jedoch erhebliche Schwierigkeiten gegenüber, da so große Verbrennungsräume, wie sie die Kohlenstaubfeuerung nach den bisherigen Erfahrungen erforderte, im Lokomotivkessel nicht zur Verfügung stehen.

Während die in vielen Ländern angestellten Versuche mit Kohlenstaubfeuerung für Lokomotiven keine für den Betrieb befriedigenden Ergebnisse brachten, sind die seit dem Jahre 1924 von der AEG angestellten Versuche von vollem Erfolg gekrönt gewesen. Diese Versuche wurden zuerst in einem ortsfest eingebauten Lokomotivkessel unternommen. Zur Verfügung stand der Kessel einer 1 D-Heißdampf-Güterzug-Lokomotive G 8² der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Es war von vornherein klar, daß gerade diese Kesseltype für Kohlenstaubfeuerung besonders ungünstig ist, da sie nur eine sehr kurze Feuerbüchse und damit einen geringen Verbrennungsraum hat und außerdem besonders kurze Siederohre bei großen Rohrdurchmessern aufweist. Die Hauptschwierigkeit lag in der Konstruktion einer geeigneten Düse. Nachdem die Versuche mit dem normalen Kohlenstaubbrenner, wie er bei stationären Kohlenstaubfeuerungen der AEG zur Verwendung gelangte, nicht die gewünschten Resultate ergeben hatten, wurde schließlich eine geeignete Konstruktion dergestalt gefunden, daß man zwei lange unter der Feuerkiste liegende einander gegenübergestellte Düsenkästen einbaute. In diesen Düsenkästen wird das Kohlenstaubluftgemisch in eine große Anzahl schmaler Streifen zerlegt. Diese Streifen werden durch Leitschaufeln um 90° umgelenkt, so daß sie in der Längsachse der Feuerbüchse aufeinandertreffen. Die Düsen werden durch vorgebaute Kühlkörper mit Wasser gekühlt und die Düsenöffnungen somit gegen Rückzündungen bei schwacher Belastung und dementsprechend geringer Luftgeschwindigkeit geschützt. Die Versuche mit dieser Düse ergaben in jeder Beziehung die gewünschten Resultate.

Auf Grund der Versuche am stationären Kessel erteilte die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft der AEG einen Auftrag von 2 Stück 1 D-Heißdampf-Güterzuglokomotiven Type G 8² mit Kohlenstaubfeuerung. Die im Bilde dargestellte Lokomotive entspricht in ihren Hauptabmessungen genau der normalen G 8² Bauart für Stückkohlenfeuerung. An der Lokomotive selbst ist der Rost ersetzt durch die beiden seitlichen wassergekühlten Düsen der vorerwähnten Konstruktion. Der Aschkasten unterhalb der Düsen ist mit einer feuerfesten Ausmauerung versehen. Auf dem Tender befindet sich der walzenförmige Kohlenstaubbehälter. An der Stirnseite des Kohlenstaubbehälters ist eine Dampfmaschine angeordnet, die mittels eines Ritzels über eine Zwischenwelle zwei Zahnräder antreibt; diese sitzen auf den Hauptförderschnecken, die zu beiden Seiten der Mittelachse auf dem Boden des Kohlenstaubbunkers liegen. Jede der Hauptförderschnecken kann für sich durch eine Reibungskupplung ein- und ausgekuppelt werden. Die Zwischenwelle dient zum Antrieb der Hilfsförderschnecke und der Kühlwasserpumpe für die Hauptdüsen. Ferner befindet sich an der Stirnwand des Kohlenstaubbunkers ein Ventilator, der durch eine kleine Dampfturbine angetrieben wird. Dieser Ventilator saugt die Primärluft an, die durch ein Hosenrohr den beiden Mischkammern zugeführt wird. Von hier aus wird das Kohlenstaubluftgemisch durch zwei bewegliche Rohre in die beiden Hauptdüsen geleitet. Der Turboventilator fördert nur etwa 40 % der gesamten zur vollständigen Verbrennung nötigen Luftmenge, der restliche Teil der Verbrennungsluft wird auf dem normalen Wege wie bei jeder gewöhnlichen Dampflokomotive durch die Blasrohrwirkung selbsttätig angesaugt. In den unteren Teil des Aschkastens mündet ein Hilfsbrenner, der bei Aufenthalt der Lokomotive auf Stationen oder im Reservedienst in Tätigkeit gesetzt wird. Die für diesen Hilfsbrenner erfolgreiche Verbrennungsluft wird durch einen besonderen Ventilator erzeugt, der von der Dampfmaschine angetrieben wird. Es braucht infolgedessen, solange der Hilfsbrenner in Tätigkeit ist, der Turboventilator nicht in Betrieb genommen zu werden.

Die AEG-Kohlenstaublokomotive hat bei zahlreichen längeren Versuchsfahrten auf den Reichsbahnstrecken ihre absolute Betriebssicherheit bewiesen. Mit Indienststellung der AEG-Kohlenstaublokomotive dürfte somit die Verwendung minderwertiger Kohle auch im Eisenbahnbetrieb ermöglicht werden und eine für viele Länder sehr wichtige Wirtschaftsfrage gelöst sein.

AEG-Kohlenstaublokomotive.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren für den Straßenbau.

Mitteilung der AEG.

Nach dem Verlassen der althergebrachten Straßenbauweise, bei der die Handarbeit vorherrschend war, ergaben sich mit der Verwendung von Maschinen auch hier neue Benutzungsmöglichkeiten für Elektrokarren. Bei der Untersuchung, welche Bauarten hier am günstigsten Verwendung finden, muß zunächst die Art der auszuführenden Transporte festgestellt werden. Für die Asphaltierung von Straßen innerhalb der Städte sind die Asphaltmischwagen zu befördern, außerdem eine größere Menge von Geräten, die für die Straßenherstellung und Ausbesserung unbedingt benötigt werden. Sollen die Straßen nur geteert werden, um sie für den Automobilverkehr widerstandsfähiger zu machen, so sind auch die Teermaschinen an die Verwendungsstelle zu bringen. Erforderlich ist auch das Anfahren von Materialien, gegebenenfalls auch die Beförderung der Arbeiter zu der Arbeitsstelle. Während es sich bei der Beförderung der letztgenannten um eine solche von einer Arbeitsstelle zur anderen oder von dem Gerätelager zur Arbeitsstelle handelt, können sich die Materialtransporte über sehr große Entfernungen erstrecken, die mehrfach am Tage zurückzulegen sind. Es ist daher zunächst zu prüfen, ob die Leistungsfähigkeit der Kraftquelle des Elektrokarrens, also der Akkumulatorenbatterie, derartigen Anforderungen gerecht werden kann.

Bild 1. Elektroschlepper ES 8002 mit angehängter Asphaltmischmaschine.

Bild 2. Elektrokarren EK 2502 mit Seitenkippmulde.

Da die Fahrzeuge vielfach als Pferdefuhrwerke schon vorhanden sind, kommt für die Bewegung in der Hauptsache ein Zugmittel in Frage; man hat hierfür häufig den Elektroschlepper gewählt (Bild 1). Dieses Fahrzeug stellt gewissermaßen eine gleislose Lokomotive dar, hat eine Akkumulatorenbatterie als Kraftspeicher, die gleichzeitig das erforderliche Adhäsionsgewicht hergibt, und zwei auf die Hinterräder wirkende Motoren als Antriebsmaschine. Der Elektroschlepper ist in der Lage, auf ebener Fahrstraße Anhängelasten bis zu 8 t mit einer Geschwindigkeit von etwa 7 km je Stunde zu bewegen. Je nach der Batterieart können bei 4 t Anhängelast mit einer Batterieladung bis 40 km zurückgelegt werden. Als Erfahrungswert gilt, daß im allgemeinen diese Anhängelasten nicht überschritten werden.

Für die Beförderung von Materialien in beschränkten Mengen und auf nicht zu große Entfernungen ist die Verwendung eines Elektrokarrens mit aufgesetzter Kippmulde für die Aufnahme einer Last im Gewichte bis zu 2200 kg empfehlenswert. Der im Bild 2 gezeigte Elektrokarren ist mit einer Mulde ausgerüstet, die als Seitenkipper ausgebildet ist. Es kann erforderlich sein, Elektrokarren mit Hinterkippmulde zu verwenden; der Aufbau dieser Einrichtung ist ohne weiteres möglich (Bild 3). Die gezeigte Mulde rollt nach hinten ab, öffnet die Stirnwandklappe selbsttätig und geht dann wieder in die Fahrstellung zurück. Außer den erwähnten Kippmulden können auch noch Mulden anderer Formen, die sich dem Fördergut anpassen, Verwendung finden.

Bild 3. Elektrokarren EK 1502 mit selbsttätig wirkender Hinterkippmulde.

Für die Beförderung von Lasten und Arbeitertrupps auf weitere Entfernungen ist es wünschenswert, daß der Fahrer nicht, wie auf den in den Bildern 2 und 3 gezeigten Karren, stehend das Fahrzeug bedient, sondern wie beim Automobil sitzend fährt. Eine solche Ausführung zeigt der im Bild 4 dargestellte Elektroführersitzkarren, der in seinem Aussehen sich dem Automobil sehr stark anpaßt und mit allen Einrichtungen versehen ist, die das Gesetz über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen vorschreibt. Dieser Elektroführersitzkarren wird in zwei Ausführungen geliefert, und zwar für

Geschwindigkeiten von 10 bis 12 km und
Geschwindigkeiten von 18 bis 20 km.

In der erstgenannten Ausführung ist das Fahrzeug führerscheinfrei; bei der Ausführung mit einer Geschwindigkeit bis zu 20 km kommen die Bestimmungen über das Kraftfahrzeug-Haftpflichtgesetz nicht in Anwendung, was eine wesentliche Verbilligung der Prämien für die Haftpflichtversicherung mit sich bringt.

Bild 4. Elektroführersitzkarren EKF 1502.

Der Elektrokarren ist natürlich in der Lage, auch Anhängegeräte jeder Art zu ziehen. So kann er z. B. mit einer Anhänge-Kehrwalze für das Säubern der Straßen vor dem Teeren versehen werden. Auch ist die Verwendung von Aufbauten, z. B. Wasserbehältern usw., ohne weiteres möglich und dadurch eine Steigerung der Ausnutzungsfähigkeit gegeben.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING“ D.R.P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

ABDAMPF-ENTÖLER

Ölfang-Flanschen als Zwischenflanschen oder zum Annieten usw.

DRP a.

R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohe Str. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

Absperr-Organe
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8

ARMATUREN

KSB

Dampfventile aller Art

Höchstdruckventile bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

Gegr. ORIGINAL MSN AUFZÜGE 1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN·NÜRNBERG·ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten
Paternoster-Werke
Losenhausenwerk
Düsseldorf. Gegr. 1880

LOS

AUFZÜGE

jeder Art
Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

SK

jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen-u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

Hängebahnen, Transportanlagen liefern als Spezialität

Maschinenfabrik u. Eisengießerei
Thiele & Maiwald
Glatz i. Schles.

AUFZÜGE - KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOMATEN SPANNZANGEN

in Präzisions-Ausführung

Walter Schaefer, Altona (Elbe)
Kleine Gärtnerstraße 85

AUTOWERKZEUGE

F.D. Weltmarke

Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftliche Kleinturbinen für Gegendruckbetrieb

Mitteilung der AEG.

Der große Aufschwung des neuzeitlichen Turbinenbaues hat bekanntlich seinen Ursprung in den ausgezeichneten wirtschaftlichen Erfolgen der vielstufigen Gegendruckturbine für mittlere und große Leistungen. In letzter Zeit haben aber die bekannten allgemeinen Vorzüge der Dampfturbine — geringer Platzbedarf, einfache und billige Wartung, genaue und anpassungsfähige Regelung und insbesondere die für die Fabrikation nicht hoch genug zu schätzende Ölfreiheit des Dampfes — eine große Nachfrage auch nach kleinen Gegendruckmaschinen hervorgerufen. Für kleine Werke ist der Anschaffungspreis der Turbine und des Stromerzeugers natürlich sehr wichtig; die Maschinen müssen daher billig sein, aber trotzdem einen für die gegebenen Verhältnisse angemessenen Dampfverbrauch erreichen. Den Bedürfnissen der Praxis folgend und auf nunmehr 25-jährige Erfahrungen gestützt, hat die AEG unter dem Gesichtspunkt vorteilhafter Vereinheitlichungen eine Reihe von Kleinturbinen — Gegendruckturbinen kleiner Leistung — entworfen und in vielen Ausführungen gebaut, deren Einzelheiten im folgenden kurz beschrieben werden (s. Bild).

Die wesentlichen Gesichtspunkte, unter denen die Kleinturbinen der AEG entworfen werden, sind unbedingte Betriebsicherheit auch bei rauher Betriebsführung, hoher Maschinenwirkungsgrad, einfachste Bedienung und dabei geringstes Gewicht und kleiner Raumbedarf, also niedriger Anschaffungspreis für die Turbine wie für die Kessel, Gebäude, Fundamente usw.

Die Vereinheitlichung der Turbinen und Vorgelege, von der schließlich der Preis des Maschinensatzes abhängt, läßt die Beschränkung auf eine nicht zu große Zahl von Modellen ratsam erscheinen. Der Besteller tut daher im allgemeinen gut, sich mit einem gangbaren Modell guten Dampfverbrauches zu begnügen, ohne jedesmal den Entwurf eines neuen Sondermodelles mit nur wenig verbesserten Dampfzahlen, aber höherem Preis zu verlangen. Dies wird auch bei der Wahl des Kesseldruckes zu berücksichtigen sein.

Aus den dargelegten Gründen wird die AEG-Kleinturbine bis 500 kW als schnellaufende einstufige Gleichdruckturbine mit zweifacher Geschwindigkeitsabstufung gebaut. Der große Vorteil dieser Turbine besteht darin, daß sie sich einerseits gut für Teilbeaufschlagung eignet, andererseits aber auch bei Teil- oder Überlasten guten Wirkungsgrad behält, infolge der reichlichen Schaufelspalte hohe Betriebsicherheit aufweist und schnell angefahren werden kann. Um gute Beschaufelungs-Verhältnisse bei geringem Baustoffaufwand zu erzielen, ist für Kleinturbinen dieser Art 7500 U/min als Normaldrehzahl angenommen. Ein Vorgelege vermindert diese Drehzahl auf die des Stromerzeugers von 1000 U/min. Der Aufbau dieser Kleinturbinen ist stets grundsätzlich der gleiche, lediglich die Beschaufelung wird der jeweiligen Leistung und Dampfmenge angepaßt. Alle Einzelteile können daher in großer Zahl laufend hergestellt und auf Lager gehalten werden, während nur Regelung, Düsen und Läufer für den bestimmten Fall bemessen werden.

Die Düsensegmente sind gleichzeitig mit den Umkehrschaufelreihen und dem Deckring für den nichtbeaufschlagten Teil des Geschwindigkeitsrades mittels Schraubenbolzen an dem Turbinengehäuse befestigt. Der Läufer ist mit normaler AEG-Gleichdruckbeschaufelung versehen. Die Labyrinth-Stopfbuchsen sind ähnlich denen der größeren AEG-Maschinen, aber dahin vereinfacht, daß die ruhenden Dichtungspitzen unmittelbar aus den bronzenen Stopfbuchs-Gehäuseschalen herausgeschnitten sind. Da beide Stopfbuchsen nur gegen den in den Düsen bereits auf den Gegendruck entspannten Dampf zu dichten haben, sind ihre Dampfverluste außerordentlich gering.

Das Gehäuse ist nur einmal in der Wagerechten geteilt, die Düsenkästen sind als Ringwulste mit dem Gehäusekörper aus einem Stück gegossen.

Kleinturbine für Gegendruckbetrieb.

Das Getriebe ist für alle Größen dieser Kleinturbinen, falls sie mit Generatoren gekuppelt sind, das gleiche. Es besteht aus Ritzel und Rad mit einseitiger Schrägverzahnung. Langjährige Erfahrungen mit Zahnradgetrieben jeder Größe ermöglichen es der AEG, Getriebe zu liefern, die in jeder Beziehung einwandfrei laufen und praktisch geräuschlos arbeiten. Durch Ausbildung der Lauf- und der Drucklager nach neuesten Gesichtspunkten ist es gelungen, die mit abnehmender Maschinengröße bekanntlich auch bei Dampfturbinen anteilig beträchtlich zunehmenden mechanischen Verluste bemerkenswert niedrig zu halten. Bei sorgfältigen Versuchen sind 6 kW als gesamte mechanische Verluste der Turbine und des Getriebes ermittelt worden, d. h. etwa 3 vH bei einer Turbinenleistung von nur 200 kW. Turbine und Getriebe ruhen auf einer gemeinsamen Grundplatte. Da Generatoren der fraglichen Größe durchweg mit Ringschmierlagern ausgerüstet sind, erstreckt sich die zwangläufige Druckölschmierung nur auf die Turbine und das Getriebe. Den Kreislauf der gesamten Ölmenge besorgt eine Zahnräderpumpe am hinteren Ende der Läuferwelle. Der Unterteil des Getriebegehäuses ist als Ölbehälter ausgebildet, gleichzeitig ist in ihn ein Ölkühler mit herausziehbarem Rohrbündel eingebaut. Eine Hilfsölpumpe ist vorgesehen.

Die Regelung der Turbine ist so einfach wie möglich. Da der Gegendruck im allgemeinen nicht konstant gehalten wird, steuern nur ein Drehzahlregler und ein Schnellschlußregler die Turbine.

Die Kleinturbinen der beschriebenen Bauart arbeiten auch bei Teil- und Überlasten mit nur wenig höherem Dampfverbrauch als bei Vollast. Messungen ergaben einen Wirkungsgrad am Radumfang von nahezu 66 vH; für ein teilbeaufschlagtes Geschwindigkeitsrad für großes Gefälle und kleine Leistung ist dies ein beachtenswert guter Wert. Versuche bestätigten ferner ganz allgemein, daß diese Turbinen in weiten Grenzen gegen Gefällsveränderungen, also gegen Erhöhung oder Erniedrigung des Frischdampfdruckes, der Frischdampftemperatur oder des Gegendruckes sehr unempfindlich sind. Sie eignen sich also überall dort besonders gut, wo größere Betriebsschwankungen unvermeidlich sind, also vorzüglich in kleineren Dampfnetzen oder zum Antrieb von Hilfsmaschinen aller Art, für die sie auch die Bedingung größtmöglicher Betriebsicherheit selbst bei sprunghaft wechselnder Beaufschlagung vollkommen erfüllen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Gleichstrom-Schwungrad-Generatoren für direkte Kupplung.

Mitteilung der AEG.

Wird ein Generator zur Erzeugung elektrischer Energie durch eine Kolbenmaschine, Dampfmaschine, Gasmotor oder Dieselmotor angetrieben, so sind Schwungmassen erforderlich, deren Größe einerseits von der Leistung, Drehzahl, Kurbelzahl und Taktzahl der Antriebsmaschine, andererseits von den Anforderungen an die erzeugte elektrische Energie abhängig ist. Die Wirkung der Schwungmassen wird durch den Begriff Schwungmoment = GD^2 ausgedrückt, worin das Gewicht G in der ersten, der Schwerkreisdurchmesser D in der zweiten Potenz auftritt, so daß ein bestimmtes GD^2 mit einem großen Durchmesser leichter zu erreichen ist.

In der ersten Zeit verwandte man allgemein beim direkten Antrieb von Generatoren besondere Schwungräder. Hiervon ist man bei Drehstrom bald abgegangen. Der Rotor eines Drehstromgenerators besteht genau wie ein Schwungrad aus der Nabe, den Armen und dem Kranz, auf den nur noch die Pole aufgesetzt werden. Es ist deshalb vorteilhafter, das Schwungrad fortzulassen und das erforderliche Schwungmoment in das Polrad zu verlegen; das Gesamtgewicht wird dadurch niedriger und der Raumbedarf in Richtung der Achse geringer.

Beim Gleichstrom-Generator ist die Bauart eine andere. Die Pole sitzen radial nach innen gerichtet im feststehenden Gehäuse, während der Anker mit dem angebauten Kommutator umläuft; dieser Aufbau eignet sich nicht so bequem zur Aufnahme großer Schwungmassen. Deshalb stellt sich auch ein normaler Gleichstrom-Generator mit besonderem Schwungrad im allgemeinen billiger als ein Gleichstrom-Schwungrad-Generator. Trotzdem gibt es Fälle, in denen der Schwungrad-Generator auch bei Gleichstrom vorteilhafter ist. Diese liegen beispielsweise in großen Städten vor bei Unternehmen, die notwendigerweise im Stadtinnern, also in Gegenden stärksten Verkehrs liegen müssen, wo der Grund und Boden am teuersten ist. Es sind dies insbesondere Warenhäuser und Zeitungsdruckereien; auch in anderen industriellen Anlagen, bei denen das Erdgeschoß möglichst ausgenutzt werden muß, bleibt für die maschinelle Anlage oft nur ein ganz beschränkter Raum verfügbar. Vielfach machen sich Leistungssteigerungen erforderlich, die aber nur durchführbar sind, wenn auf der Grundfläche der bisherigen zu kleinen Maschine eine größere aufgestellt werden kann. In allen diesen Fällen bietet auch bei Gleichstrom der Schwungrad-Generator den willkommenen Ausweg.

Der Schwungradanker wiegt im allgemeinen nicht mehr als der normale Anker mit besonderem Schwungrad; die Lagerbelastung ist daher bei beiden Ausführungen gleich.

Die beiden Abbildungen zeigen Beispiele dafür, wie die Aufgabe, auf einer gegebenen Grundfläche Maschinen bestimmter Leistung unterzubringen, gelöst wurde. Bild 1 zeigt im Grundriß den Maschinenraum in einer großen Berliner Zeitungsdruckerei.

10500

Bild 1.
AEG-Gs-Schwungradgenerator, 270 kW, 175 U/min, angetrieben durch 4-Zylinder-Dieselmotor,
AEG-Gs-Schwungradgenerator, 375 kW, 160 U/min, angetrieben durch Verbunddampfmaschine.

Der links stehende Vierzylinder-MAN-Dieselmotor von 400 PS, 175 U/min, mit Gleichstrom-Schwungrad-Generator, 270 kW, 120 V, wurde zuerst in dem Raum aufgestellt. Die vollständige Ausnutzung der Grundfläche ist deutlich erkennbar, insbesondere tritt das am Generator selbst in Erscheinung, der in seinen Abmessungen dem Profil der Gebäudewand angepaßt werden mußte; trotzdem war es erforderlich, für das Außenlager noch eine tiefe Nische zu schaffen, die durch Eisenträger in der Tragwand abgefangen wird.

Rechts von dem Dieselmotor liegt eine zweikurbelige Raupach-Verbund-Dampfmaschine für Zwischen- und Enddampfentnahme von 550 PSe Normalleistung bei 160 U/min, mit Gleichstrom-Schwungrad-Generator von 375 kW. An der Tragwand mußte ebenfalls eine Nische, jedoch von geringer Tiefe, vorgesehen werden, um den Bedienungsgang um den Generator zu schaffen.

19000

Bild 2. AEG-Gs-Schwungradgeneratoren von je 675 kW, 214 U/min, angetrieben durch 6-Zylinder-Dieselmotor.

Bild 2 zeigt die Vorderansicht zweier großer Diesel-Generatorsätze in einem großen Berliner Warenhause. Vor ihrer Aufstellung standen an der gleichen Stelle zwei kleinere Sätze von etwa 250 kW, die aber für den inzwischen erheblich gestiegenen Kraftbedarf nicht mehr ausreichten. Es wurden daher zwei Körting-Dieselmotoren von je 1000 PS, 214 U/min in direkter Kupplung mit Gleichstrom-Schwungrad-Generatoren von je 675 kW aufgestellt. Nur bei Verwendung dieser Schwungrad-Generatoren war die Unterbringung der um etwa 175 % größeren Leistung bei der gegebenen lichten Weite des Maschinenraumes von 19 m erreichbar.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Umstellung von Industriekraftanlagen auf Hochdruckdampf.

Mitteilung der AEG.

Die Erfahrungen bei den in der letzten Zeit ausgeführten Kraftanlagen für höhere Dampfspannungen haben gezeigt, daß die Beherrschung höherer Drücke nicht die Schwierigkeiten bereitet, die anfänglich vermutet wurden.

Der Bau von Kesseln und Turbinen für 30 bzw. 40 at und darüber ist konstruktiv gelöst und in jahrelangem praktischen Betrieb erprobt worden. Aber auch Firmen, die Rohrleitungen und Armaturen für höhere Dampfspannungen herstellen, haben in den letzten Jahren reiche Erfahrungen beim Bau von Hochdruckanlagen gewonnen und die konstruktive Ausführung und die Werkstoffeigenschaften ihrer Erzeugnisse den erhöhten Ansprüchen angepaßt.

Die Wahl der günstigsten Dampfspannung für eine Industrie-Kraftzentrale ist von verschiedenen Umständen abhängig. In erster Linie sind hierfür die Leistung und die Art der Kraftmaschinen maßgebend. Je nachdem, ob es sich um eine Kondensations-, Anzapf- oder Gegendruckturbine handelt, ist unter Berücksichtigung des Kohlenpreises und der Benutzungsdauer der Kraftmaschine ein bestimmter wirtschaftlicher Höchstdruck gegeben.

In einem Aufsatz von Hilgers („Archiv für Wärmewirtschaft" 1927, Heft 2) ist die Wahl der günstigsten Dampfspannung f. Industrie-Kraftzentralen zusammengefaßt. Vergleicht man die dort in den Zahlenreihen aufgeführten Werte, so erkennt man, daß die wirtschaftlichsten Höchstdrücke für ein Industrie-Kraftwerk weit höher liegen als die in bestehenden Anlagen.

Umbau einer 28500 kW-AEG-Kondensationsturbine für
17,5 atü, 375° (gegenwärtiger Betrieb mit vorhandenen Kesseln) — 40 atü, 400° (späterer Betrieb mit Hochdruck-Kesseln)
Außer der Auswechselung der ersten Stufe und der Einströmung ist keine weitere Änderung bei Übergang auf Hochdruck erforderlich.

Die Bestrebungen, auf höhere Dampfspannungen überzugehen, wer- seit Jahren von der Maschinen-Industrie gefördert und sollen hauptsächlich dazu beitragen, das Kohlenkonto der Kraftwerke herabzusetzen. Erwägt man, daß dem Bau und der Überwachung solcher Anlagen keine Schwierigkeiten mehr im Wege stehen, so taucht die Frage auf, warum die Ausführung von Hochdruckanlagen in der Industrie noch so verhältnismäßig wenig Eingang gefunden hat. Der Grund hierfür sind die hohen Kosten von Hochdruckkesseln, deren Preisanteil bis zu 70 % des gesamten Anlagekapitals für die Errichtung einer Hochdruck-Kraftzentrale betragen kann. Hierbei zeigen Wirtschaftlichkeits-Berechnungen, daß der Gewinn, der durch Verarbeitung eines größeren Wärmegefälles in Kraftmaschinen durch Übergang auf Hochdruck erreicht wird, oft nicht genügt, um die Kosten einer neuen Hochdruckkesselanlage in einer annehmbaren Zeit abzuschreiben und zu verzinsen. Es wird sich in solchen Fällen nicht lohnen, gut arbeitende Mitteldruckkessel durch Hochdruckkessel zu ersetzen. Das trifft aber nicht zu für Anlagen, bei denen die Umstellung auf Hochdruck mittels Gegendruckturbinen die Möglichkeit gibt, Fremdstrombezug zu vermeiden bzw. Überschußstrom zu günstigen Tarifen abzugeben.

Anders liegen die Verhältnisse bei Industriewerken, die den Dampf in Kesseln älterer Bauart erzeugen. In solchen Anlagen findet man oft auch mehrere auseinanderliegende Kesselhäuser, die allein schon durch ihre örtliche Lage eine Überwachung der Kohlenzufuhr und somit die Beurteilung des Gütegrades erschweren, mit dem jede Kesselanlage arbeitet. Da diese Anlagen meist mit einem sehr schlechten Kesselwirkungsgrad arbeiten, sind bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Übergangs auf Hochdruck nicht nur die Ersparnis durch Verringerung des Dampfverbrauchs der Kraftmaschinen zu berücksichtigen, sondern auch die Kohlenersparnisse, die durch Verbesserung des Kesselwirkungsgrades bei Anschaffung neuer Hochdruckkessel erzielt werden. Besteht hierbei noch die Möglichkeit, die Dampferzeugungsanlage zu zentralisieren, so wird durch verringerte Ausgaben für Kohlenbeförderung und Belegschaft ein Übergang auf Hochdruck des öfteren wirtschaftlich sein.

In Dampfkraftanlagen, deren Kessel sich in einem Zustand befinden, daß sie nicht länger konzessioniert werden können, gestaltet sich der Übergang auf Hochdruck immer wirtschaftlich. Der Grund der günstigsten Rentabilität einer solchen Umstellung liegt darin, daß nicht die hohen Kosten für die Hochdruckkesselanlage bei der Wirtschaftlichkeits-Berechnung eingesetzt werden müssen, sondern nur die Differenz der Kosten einer Mitteldruck- gegenüber einer Hochdruckkesselanlage.

Immerhin bedingt die Umstellung auf Hochdruck ein nicht unerhebliches Kapital, das nicht immer zur Verfügung steht. In diesen Fällen wird es sich empfehlen, den Übergang auf Hochdruck allmählich vorzunehmen. Sobald einzelne Kessel nicht wieder konzessioniert werden, werden neue Hochdruckkessel beschafft, die bis zur Auswechslung des letzten alten Kessels mit niedriger Dampfspannung in Betrieb gehalten werden können.

Eine derartige Umstellung auf Hochdruckdampf ist nur unter der Voraussetzung, daß geeignete Kraftmaschinen vorhanden sind, möglich. Erfolgt bei einer Industrieanlage die Krafterzeugung durch moderne, mit guten Dampfverbrauchszahlen arbeitende Kraftmaschinen, so wird es zweckmäßig sein, nach endgültigem Ausbau auf Hochdruck eine Vorschaltturbine aufzustellen.

Ist hingegen die Kraftzentrale veraltet, so wäre gleichzeitig mit der Umstellung auf Hochdruck eine Modernisierung der Kraftmaschinen durchzuführen. Hierbei wird an die Kraftmaschinen die Bedingung gestellt, daß sie während der Übergangszeit mit Dampf mittlerer Spannung arbeiten und später, nach geringfügigem Umbau, mit Hochdruckdampf betrieben werden können.

Bei der Projektierung von neuen Kraftmaschinen in Industrieanlagen ist je nach der Beschaffenheit der Kessel die Möglichkeit des Überganges auf Hochdruckdampf zu erwägen und danach die Bauart der Kraftmaschinen festzulegen. Die Wahl einer Turbine, welche die Möglichkeit bietet, mit Dampf mittlerer Spannung und Hochdruck betrieben zu werden, ist hierbei geeignet, eine Herabsetzung des Anlagekapitals bei Umstellung auf Hochdruck zu erwirken.

Die AEG hat den im vorstehenden genannten Gesichtspunkten durch Entwicklung besonders hierfür geeigneter Maschinentypen Rechnung getragen. Es sind bereits Maschinen von insgesamt etwa 250 000 kW, die bei Inbetriebsetzung mit Mitteldruckdampf, später mit Hochdruckdampf betrieben werden können, in Betrieb oder in Bau.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Moderne Stumpfschweißmaschinen für Massenschweißungen.

Mitteilung der AEG.

Die elektrische Stumpfschweißung als Abschmelzschweißung stellt das idealste Schweißverfahren dar, da elektrisch stumpfgeschweißte Stücke die gleiche Festigkeitseigenschaften haben, wie aus einem Stück herausgearbeitete Teile. Bei jedem Schweißproblem lohnt es sich daher, eine Untersuchung anzustellen, ob die elektrische Abschmelzschweißung wirtschaftlich angewendet werden kann. Für die Massenschweißung ist dieses Verfahren wie geschaffen, um die jeweilige Produktion steigern zu helfen. Während man bis vor kurzem die elektrischen Stumpfschweißmaschinen bis 80 kW Anschlußwert meist mit Handeinspannung und Handstauchung gebaut hat und darüber hinaus zum motorischen oder hydraulischen Einspannen und Stauchen nur gegriffen hat, wenn es sich um ganz große Maschinen handelte, so findet man jetzt mehr und mehr das Bestreben, auch bei mittleren Maschinen das Einspannen der Schweißgüter motorisch auszuführen, um die Maschinen produktionsfähiger zu gestalten. Während man bei Stumpfschweißmaschinen mit Handeinspannung im allgemeinen mit Einspannzeiten rechnete, die weit über der jeweils erforderlichen Schweißzeit lagen, hat man heute das Bestreben, das Verhältnis von Schweißzeit zur Kühlzeit bei Stumpfschweißmaschinen so weit wie möglich zu verbessern. Die A E G baut mit Rücksicht auf diese Gesichtspunkte die Stumpfschweißmaschinen schon von 40 kW Leistung ab, sowohl in der Ausführung für reine Handbetätigung als auch für Massenschweißungen mit motorischen Einspannvorrichtungen bzw. Stauchvorrichtungen. Bei der Wahl von Maschinen mit motorischer Einspannung muß natürlich auch die Leistung des Transformators in dem Maß erhöht werden, wie die motorisch angetriebene Maschine mehr Schweißungen je Stunde ausführen kann als die Maschine mit Handbetrieb. So zeigt beispielsweise Bild 1 eine Stumpfschweißmaschine Type S R 80/105, die geeignet ist zum Schweißen von Schweißstücken bis maximal 6000 mm², für Handeinspannung des Schweißgutes und Handstauchung. Auf dieser Maschine läßt sich der maximale Querschnitt von 6000 mm² einmal je Stunde und beispielsweise einen Querschnitt von 2300 mm² 18mal je Stunde schweißen. Die gleiche Maschinengröße für Massenschweißung mit motorischer Einspannung und motorischer Stauchung ausgerüstet, Type S RWM 80/140, wie sie Bild 2 zeigt, ist ebenfalls zum Schweißen von 6000 mm² maximal ausgelegt. Auf dieser Maschine lassen sich jedoch etwa 5 Schweißungen von 6000 mm² je Stunde bzw. 30 Schweißungen von 2500 mm² je Stunde durchführen. Mit motorisch angetriebenen Stumpfschweißmaschinen ist es auch möglich, mit mittelkräftigen Schweißern durchzukommen. Nach dem Einlegen des Schweißgutes in die Klemmbacken braucht der Schweißer nur zum Einspannen einen Steuerhebel leicht abwärtsdrücken, worauf die motorische Einspannvorrichtung das Schweißgut selbsttätig festklemmt. Nach dem Abschmelz-Schweißprozeß betätigt er einen weiteren Hebel, um den Stauchmotor einzuschalten, der den Endstauchdruck ausübt. Nach beendeter Schweißung betätigt der Schweißer den Steuerhebel mit leichtem Druck nach oben, wodurch die Einspannbacken sich öffnen und das Schweißstück freigeben. Die Schweißmaschine steht hiernach wieder für eine neue Schweißarbeit bereit. Neben einer schnelleren Arbeit haben die motorisch betätigten Stumpfschweißmaschinen noch den Vorteil, daß die Gleichmäßigkeit der Schweißoperationen besonders gewahrt bleibt, da mit Hilfe von Regulierstellungen es ohne weiteres möglich ist, die jeweils gewünschten Einspanndrucke und Stauchdrucke von vornherein festzulegen bzw. einzustellen. Die automatischen Schweißmaschinen heben infolgedessen auch die Gleichmäßigkeit in der Fabrikation.

Bild 1. Stumpfschweißmaschine S R 80/105 für Handeinspannung.

Bild 2. Stumpfschweißmaschine SRWM 80/140 mit motorischer Einspann- und Stauchvorrichtung.

Elektrokarren im Dienste der Park- und Kurverwaltungen.

Mitteilung der AEG.

Park- und Kurverwaltungen haben während des Sommerhalbjahres sehr viele Transporte mit vielfach recht ansehnlichem Gewicht auszuführen. Bei den zu befahrenden Wegen handelt es sich fast durchweg um gar nicht oder nur leicht befestigte Wege, für die nur die Verwendung ganz spezieller Fahrzeuge in Frage kommt.

Bild 1. Elektrokarren EK 1502 mit fester Plattform im Dienste der Parkverwaltung.

Wie in vielen sonstigen Fällen, hat sich auch hier der Elektrokarren als treuer und sich in den Betrieb ausgezeichnet einfügender Arbeitshelfer gezeigt. Die Gummibereifung und die gute Abfederung lassen das Befahren der Parkwege zu und schonen das mitunter empfindliche Fördergut vor Erschütterungen und Beschädigungen. Da der Elektrokarren sehr einfach und von jedermann bedient werden kann, ohne daß der Fahrer im Besitz eines Führerscheines zu sein braucht, ist seine Verwendung ohne besondere Einstellung von geschultem und teurem Personal möglich.

Die Parkverwaltungen haben Blumen, Ziersträucher usw. zu befördern; hierfür eignet sich am besten der Elektrokarren mit fester Plattform für eine Tragfähigkeit von 750 und 1500 kg, wie ihn Bild 1 zeigt. Der Karren mit der größeren Tragkraft ist am vielseitigsten verwendbar, da auch die Beförderung von Erde, Sand usw. häufig durchgeführt werden muß und die größere Tragkraft eine bessere Ausnutzung gestattet.

Bild 2. Elektrokarren EK 1502 für die Beförderung von Mineralwasser

Für diese Arbeiten empfiehlt sich der Aufbau einer Kippmulde oder die Anbringung von Bordwänden als Kastenaufbau.

An sehr heißen Tagen ist zur Vermeidung zu starker Staubbildung das Sprengen der Parkwege erforderlich. Durch Aufsetzen eines Sprengfasses für einen Inhalt von etwa 1500 l mit Brauseeinrichtung kann der Elektrokarren auch diese Arbeit übernehmen. Ein derartiger Aufbau reicht für eine Sprengweite bis zu 5 m aus. Sollen größere Sprengweiten, z. B. bis zu 14 m, erzielt werden, so ist der Einbau einer Drucksprengeinrichtung erforderlich und möglich.

Zum Fegen der Parkwege kann der Elektrokarren mit einer Anhängewalze versehen werden; diese hat eine Breite von 1000 mm und einen Durchmesser von 400 mm. Der Antrieb erfolgt von einer mit Holzspeichenrädern versehenen Laufachse über eine Gelenkkette auf eine Querwelle, die mit 2 Kegelrädern versehen ist. Die Kehrwalze ist drehbar und kann links- und rechtskehrend eingestellt werden. Bei Nichtgebrauch wird die Walze hochgehoben und mittels Klinke festgehalten.

Bei den Bade- und Kurverwaltungen sind die Voraussetzungen für die Verwendung von Elektrokarren fast die gleichen wie bei den Parkverwaltungen. Daneben kommt für Verwaltungen, die Trinkkuren veranstalten, die Beförderung des Trinkwassers zu den Pavillons, Hotels usw. in Betracht. Für diese Zwecke wird der Elektrokarren, wie Bild 2 zeigt, mit einem Aufbau versehen, der eine sichere Beförderung gewährleistet. Hier ist es auch möglich, die große Tragfähigkeit auszunutzen.

Bild 3. Elektrokarren EK 1502 für Personenbeförderung in einem zoologischen Garten.

Die zoologischen Gärten verwenden Elektrokarren wie die Parkverwaltungen; zusätzlich kommt die Beförderung der Futter- und Streumittel von den Verteilungsstellen zu den Tierkäfigen hinzu. Da es sich bei Gärten mit einem großen Tierbestande um die Beförderung großer Mengen handelt, wird zumeist für mehrere Elektrokarren eine gute Ausnutzungsmöglichkeit vorhanden sein. Diese Fahrzeuge können an Tagen mit besonders starkem Verkehr, insbesondere an Sonn- und Feiertagen, für die Beförderung von Kindern herangezogen werden. Wie Bild 3 zeigt, genügt die Anbringung eines kleinen Aufbaues als Sitzgelegenheit für diesen Verwendungszweck. Diese Kinderrundfahrten bilden eine willkommene Einnahmequelle für die zoologischen Gärten usw. und erhöhen hier die Wirtschaftlichkeit des Elektrokarrenbetriebes ganz wesentlich. Auch tragen sie dazu bei, dem Garten zu einer noch größeren Popularität zu verhelfen.

Bei den Friedhofsverwaltungen, bei denen ähnliche Aufgaben wie bei den Parkverwaltungen zu erfüllen sind, ist der Elektrokarren daher ebenfalls weitgehend eingeführt. Seine Verwendungsweise gleicht der eingangs beschriebenen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohe Str. 15

ABDECKUNGSROSTE
Fußreiniger

Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis

ANSTREICH-MASCHINE TVG
für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

ARMATUREN
für Wasser-, Gas- Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

Absperr-Organe
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8

ARMATUREN
für alle Zwecke

Heinrich ter Jung, Metallwaren- und Maschinenfabrik G. m. b. H., Mülheim-Ruhr.

ARMATUREN

KSB

Dampfventile aller Art — Höchstdruckventile bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker A.-G., Frankenthal (Pfalz)

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr. Leipzig

AUFZÜGE

Gegr ORIGINAL MSN AUFZÜGE 1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN·NÜRNBERG·ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL FLOHR A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE
für Personen und Lasten
Paternoster-Werke

LOS

Losenhausenwerk
Düsseldorf. Gegr. 1880

AUFZÜGE
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

Bei Erteilung
eines Jahresauftrages
(52 Anzeigen)
kostet dieser Raum (30 mm)
Mk. 15,12 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE
jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

SK

jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE
für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Schiffstriebturbinen

Mitteilung der AEG.

Dampfturbinen sind zum Antrieb von Handelsschiffen mit geringer Fahrtgeschwindigkeit, die niedrige Schrauben-Umdrehungszahlen erfordert, nur unter Zwischenschaltung von Drehzahlwandlern geeignet. Mit deren Hilfe kann die aus Schiffsschraube und Antriebsturbine bestehende Maschinenanlage so aufgebaut werden, daß jeder Teil für sich in seinem günstigsten Arbeitsbereich betrieben wird; die Turbine wird mit der ihrer Natur nach vorteilhaften hohen Drehzahl betrieben, die Schraube dagegen läßt man mit niedrigerer Drehzahl bei bestem Wirkungsgrad laufen. Von den drei bekannten Übersetzungsarten sind die hydraulische und die elektrische Übertragung bisher nur vereinzelt angewendet worden; beide stehen hinter dem Zahnradgetriebe an Bedeutung und Wirkungsgrad weit zurück; sie erreichen bei den verhältnismäßig kleinen Leistungen von Handelsschiffsmaschinen bestenfalls einen Wirkungsgrad von 80 bis 90 vH, während Zahnradvorgelege im zweistufigen Aufbau 96 bis 97, in einstufiger Bauart 98 bis fast 99 vH erreichen. Zu wirklich beherrschender Bedeutung ist daher nur das Zahnradvorgelege gekommen, das dank der hohen Vollkommenheit neuzeitlicher Werkstattechnik und Baustofforschung heute für jede Leistung und in mehrstufigem Aufbau auch für jedes Übersetzungsverhältnis hergestellt werden kann.

Bild 1. Zweistufiges Zahnradvorgelege.
N = 5400 WPS; n = 3600/84 U/min.

Die AEG hat Schiffsturbinen aller Größen schon seit vielen Jahren stets als Getriebeturbinen ausgeführt und gerade im Bau der Zahnradvorgelege größter Leistung und hoher Übersetzungs-Verhältnisse bahnbrechende Arbeit geleistet. Die neuesten Anlagen dieser Art stellen in jeder Beziehung den höchsten Stand des Großschiffsmaschinenbaues dar. Im folgenden wird eine kürzlich für zwei neue Australiendampfer der Hamburg-Amerika-Linie gebaute AEG-Triebturbinenanlage beschrieben. Die Schiffe haben je 9000 t Tragfähigkeit und eine stündliche Fahrtgeschwindigkeit von 14 Seemeilen.

Der Betriebsdampfdruck vor den Maschinen beträgt 13,5 atü, die Temperatur 360 °, die Luftleere im Kondensator bei voller Leistung 94 vH. Die Vollfahrtleistung wird bei 3600 U/min der Turbinen und 84 U/min der Schiffsschraube erreicht. Darüber hinaus können die Turbinen dauernd bis auf 6000 WPS überlastet werden. Die Rückwärts-Leistung ist, wie bei Frachtdampfern üblich, 60 vH der Vorwärts-Leistung.

Die Hauptturbine besteht aus einer HD- und einer ND-Turbine von gleicher Drehzahl, welche die Schraubenwelle über ein gemeinsames, zweistufiges Zahnradvorgelege antreiben. Der Kondensator ist unmittelbar unter und quer zu der ND-Turbine angeordnet. In dem gleichen Raume sind sämtliche Kondensations- und Bordbetriebs-Hilfsmaschinen untergebracht. Das Kesselspeisewasser wird in zweistufigen dampfgeheizten Vorwärmern auf etwa Sattdampftemperatur vorgewärmt; den Heizdampf dafür liefern zum größten Teil die Hilfsmaschinen der Turbinenanlage, nur ein geringer Teil wird den Hauptturbinen entnommen. Von einer Zwischenüberhitzung des Arbeitsdampfes hat man abgesehen.

Die beiden Teilturbinen der Hauptturbinenanlage werden hintereinander vom Dampf durchströmt und sind räumlich nebeneinander angeordnet, die HD-Turbine auf Steuerbord, die ND-Turbine auf Backbord. Beide Teile enthalten je eine Vorwärts- und eine Rückwärts-Turbine. Die HD-Turbine arbeitet nach dem reinen Gleichdruckverfahren, die ND-Turbine mit geringer, gegen das Ende zu wachsender Überdruckwirkung.

Das Zahnradvorgelege (Bild 1) ist zweistufig und zweiseitig. Die einzelnen Wellen sind in zwei Ebenen angeordnet, das Übersetzungsverhältnis beträgt 5,54 in der ersten und 7,74 in der zweiten Stufe, also insgesamt rund 43 : 1. Das große Rad des Getriebes ist mit der Schraubenwelle unmittelbar gekuppelt. Mit diesem Rad zusammen bilden die symmetrisch zu beiden Seiten in höherer Ebene angeordneten Zwischenritzel die zweite Stufe der Übersetzung. Die Zahnneigung dieser Stufe ist 30 °, die Zahn-Normalteilung 8π.

Die erste Stufe der Übersetzung besteht aus zwei gleichen, symmetrischen Teilen, deren einer von der HD- der andere von der ND-Turbine angetrieben wird. Der Verzahnungswinkel der ersten Stufe ist 45 °, die Zahn-Normalteilung 4π. Die beiden Verzahnungshälften jedes Teiles der ersten Stufe schließen die eng beieinander angeordneten beiden Verzahnungshälften der zweiten Stufe zwischen sich ein, so daß die raschlaufenden Ritzel auch zwischen den beiden Verzahnungen, also im ganzen in vier Traglagern, gelagert werden konnten. Dadurch wird ihre Durchbiegung stark verringert, mit anderen Worten, der Leistungsbereich dieses Getriebemodelles wesentlich erhöht. Um die Drehmomente der HD- und der ND-Turbine auf die vorderen und hinteren Ritzelhälften gleichmäßig zu verteilen, wurden die den Turbinen zugekehrten Ritzelhälften mit hohler Welle ausgeführt, durch die hindurch die mit den Turbinenläufern gekuppelten Zwischenwellen jeweils das Drehmoment bis zum Kupplungsflansch in der Mitte zwischen den beiden Ritzelhälften leiten. Diese Anordnung verbürgt die angestrebte gleichmäßige Verteilung der übertragenen Leistung auf die Verzahnung.

Bild 2. Zweigehäusige Schiffstriebturbine.
N = 5400 WPS; n = 3600/84 U/min.

Bild 2 stellt die Turbinenläufer und die erste Stufe des Getriebes während des Zusammenbaues dar. Im Vordergrund befindet sich die HD-Turbine, die durch eine AEG-Doppel-Verzahnungskupplung mit dem ersten Ritzel verbunden ist.

Der eine der mit diesen Turbinen ausgerüsteten Dampfer ist von seiner ersten Reise nach Australien zurückgekehrt, die ohne den geringsten Anstand verlaufen ist. Wie die früheren, zahlreichen von der AEG gebauten Schiffs-Triebturbinenanlagen werden auch diese neuesten Turbinen dazu beitragen, den guten Ruf des deutschen Maschinenbaues zu mehren.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

1 C 1-Einheits-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 64 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Mitteilung der AEG.

Im Februar 1928 hat die AEG die erste 1 C 1-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 64 für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft zur Ablieferung gebracht. Die Maschine ist entworfen für Strecken mit einem Achsdruck von 15 t, also vorzugsweise für Nebenbahnen. Die Lokomotive soll jedoch auch zur Beförderung von Personenzügen im Nahverkehr auf Hauptbahnen dienen und ist entsprechend ihrem Verwendungszweck als Tenderlokomotive mit drei gekuppelten Achsen und je einer vorderen und hinteren Laufachse ausgeführt.

1 C 1-Einheits-Heißdampf-Tenderlokomotive Reihe 64 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die im Bild dargestellte Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Spurweite	1 435 mm,
Zylinderdurchmesser	500 mm,
Kolbenhub	660 mm,
Treibraddurchmesser	1 500 mm,
Laufraddurchmesser	850 m,
Dampfüberdruck	14 atü,
Feuerberührte Verdampfungsheizfläche des Kessels	104,4 m²
Überhitzerheizfläche	36,1 m²,
Fester Achsstand	3 600 mm,
Gesamter „	8 900 mm,
Leergewicht der Lokomotive	57,1 t,
Dienstgewicht der Lokomotive	74,3 t,
Reibungsgewicht der Lokomotive	45,5 t,
Länge über Puffer	12 200 mm,
Wasservorrat	9 m³,
Kohlenvorrat	3 t,
Größte Geschwindigkeit	90 km/h,
Kleinster Krümmungsradius	140 m.

Die Kesselmitte liegt 2700 mm über Schienenoberkante. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, von denen der hintere engere Schuß 1500 mm äußeren Durchmesser bei 14,5 mm Blechstärke hat. Auf dem ersten Kesselschuß befindet sich der Speisedom, der den Speisewasserreiniger, Bauart Schmidt & Wagner, aufnimmt. Auf dem zweiten Schuß ist ein Dom gleicher Abmessungen angeordnet, in dem sich der Ventilregler befindet. Auf der Rückwand dieses Domes befinden sich die Sicherheitsventile, Bauart Ackermann. Zwischen beiden Domen ist auf dem Kesselrücken der Sandkasten angeordnet. Die Betätigung des Sandstreuers erfolgt durch Preßluft. Alle gekuppelte Achsen werden auf beiden Maschinenseiten von vorn und hinten gesandet.

Der Kessel enthält 32 Rauchrohre und 114 Heizrohre, die zwischen den Rohrwänden eine Länge von 3800 mm haben. Die Rauchrohre nehmen den Rauchrohr-Überhitzer, Bauart Schmidt, von 36,1 m² Heizfläche auf. Der Dampfsammelkasten hat getrennte Kammern für Heiß- und Naßdampf. An den Langkessel schließt sich nach hinten der Stehkessel an, der zwischen dem Rahmen schwach eingezogen ist. Die Stehkesselhinterwand ist geneigt. Der Rost ist dreiteilig, sein Mittelfeld ist als Spindelkipprost ausgeführt. Nach vorn schließt sich mit einem Zwischenring die Rauchkammer an. Zwischen dem Schornstein und dem Blasrohr befindet sich der nach den Seiten aufklappbare Funkenfänger, der in seinem oberen Teil zylindrisch, in seinem unteren Teil konisch ausgeführt ist. Der Funkenfänger ist leicht pendelnd am Schornstein aufgehängt. Die Rauchkammer enthält auf dem Scheitel vor dem Schornstein eine Quernische, in welcher der Abdampfvorwärmer, Bauart Knorr, angebracht ist, ferner zwei senkrechte Seitennischen in der gleichen Querebene. In der rechten Seitennische hat die Bremsluftpumpe, in der linken Seitennische die Kesselspeisepumpe Aufstellung gefunden.

Der Rahmen ist als allseitig bearbeiteter Barrenrahmen von 70 mm Stärke ausgeführt. Die lichte Entfernung zwischen den Rahmenwangen beträgt 1130 mm. Die Versteifung des Rahmens erfolgt an seinem vorderen und hinteren Ende durch die Pufferbohlen aus Preßblech. In der Querebene der Dampfzylinder ist ein besonderes Stahlgußstück als Zylinderverbindung angeordnet, das gleichzeitig als Rauchkammersattel dient; ferner sind eine genügende Anzahl Querversteifungen, sowie horizontal längs durchgehende Bleche angeordnet, um eine Verwindung des Rahmens zu vermeiden. Unterhalb des Stehkessels sind zwei besondere Stahlgußbrücken zwischen den Rahmenwangen angebracht, die als Auflage für den Stehkessel dienen.

Beide Laufachsen sind vollkommen gleich ausgebildet und zwar als Bisselachsen mit 110 mm Ausschlag nach jeder Seite. Die drei Kuppelachsen sind fest im Rahmen gelagert. Die Mittelachse (Treibachse) hat um 10 mm schwächere Spurkränze. Die Federn der drei Kuppelachsen sind unterhalb der Achslagerkästen angeordnet, während die Federn für die Laufachsen sich auf die Achslagergehäuse stützen. Die Federn der vorderen Laufachse und der ersten Kuppelachse einerseits sowie die Federn der beiden anderen Kuppelachsen und der hinteren Laufachse andererseits sind auf jeder Maschinenseite durch Längs-Ausgleichhebel miteinander verbunden. Das Treibachslager ist nach Bauart Obergethmann ausgeführt.

Die Dampfzylinder liegen wagerecht außerhalb des Rahmens und treiben die mittlere Kuppelachse an. Die Steuerung ist als Schwingensteuerung, Bauart Heusinger, mit Kuhn'scher Schleife ausgebildet. Die Umsteuerung erfolgt in der üblichen Weise. Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber der Regelbauart mit schmalen federnden Ringen und innerer einfacher Einströmung. Die Haupt-Wasserkästen sind seitlich des Langkessels angeordnet, während die Kohlenvorräte in einem mit besonderem Aufbau versehenen Kohlenkasten hinter der Führerhausrückwand untergebracht sind. Die Lokomotive hat elektrische Beleuchtung, Bauart AEG, erhalten. Die mit Dampf betriebene Turbodynamo steht auf einer besonderen Unterlage auf dem Rauchkammerscheitel über dem Vorwärmer. Die Spannung beträgt 24 V. Der Frischdampf für die Turbine wird dem vor dem Führerhaus befindlichen Dampfentnahmestutzen entnommen.

Außerdem ist die Lokomotive mit folgenden Sonderausrüstungen versehen: Dampfheizung, Geschwindigkeitsmesser Deuta und zwei Schmierpumpen, Bauart Bosch, von denen eine für die Schmierung der Kolben und Schieber, die andere für die Achslagerschmierung bestimmt ist.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

V · D · I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Bd. 72 **Berlin, 30. Juni 1928** **Nr. 26**

(Vollständiges Inhaltverzeichnis S. 936 des Textteils)

Bezugsbedingungen, Anzeigenpreise, Anschriften und Nachweis der angekündigten Erzeugnisse siehe Seite 46 und 47.

Die Bezugsgebühr für das 3. Vierteljahr ist am 1. Juli 1928 fällig.

HEINRICH KÄMPER MOTORENFABRIK A G
BERLIN-MARIENFELDE

FERNRUF: SÜDRING 52, 3725 - DRAHTANSCHRIFT: KÄMPERWERK BERLINMARIENFELDE

HK HK

Kämper-Ölmotor 4 R 130

KÄMPER-MOTOREN

für Kraftpflüge, Schlepper, Boote, Lokomotiven, Straßenwalzen, Dynamos, Kompressoren, Hebezeuge, Bagger usw.

VERGASERMOTOREN

Motor	Zylinderzahl	Drehzahl	PSe bei Betrieb mit		Gewicht ca. kg		
			Benzin/Benzol	Petroleum	Motor	Schwungrad	Kupplung
90 AZ	2	600—1000	8—14	6—11	152	46	20
90 A	4	600—1000	18—28	14—23	208	36	20
103/166	4	600—1000	26—42	21—34	240	46	24
120/180	4	600—1000	35—58	28—46	505	58	27
126/180	4	600—1000	38—64	31—50	505	58	27

ÖLMOTOREN
(Kompressorlose Dieselmotoren)

Motor	Zylinderzahl	PSe bei n =				Gewicht ca. kg		
		400	600	800	1000	Motor	Schwungrad	Kupplung
2 R 130	2	12	18	24	28	350	150	27
4 R 130	4	24	36	48	56	615	150	27
6 R 140	6	42	64	85	100	850	150	40

Vorstehende Motoren werden auch als

Schiffsmotoren

mit Wendegetriebe und Schraubenanlage geliefert

Man verlange Sonderangebote unter Angabe von Verwendungszweck, Leistung und Drehzahl!

17. 4. 28. 28000. (W 648)

Kämper-Motor 90 A

Kämper-Motor 90 AZ, 8—14 PSe bei n = 600—1000, Gewicht mit Kupplung 218 kg

Kämper-Motor 90 A, 18—28 PSe bei n = 600—1000, Gewicht mit Kupplung 264 kg

Kämper-Schiffsmotor 90 AZ
mit Wendegetriebe

Kämper-Motor 103/166, 26-42 PSe bei n = 600—1000, Gewicht mit Kupplung 310 kg

Kämper-Motor $\frac{120\ 180}{126\ 180}$, $\frac{35-58}{38-64}$ PSe bei n = 600—1000, Gewicht mit Kupplung 590 kg

Kämper-Schiffsölmotor 2 R 130 mit Wendegetriebe

Kämper-Ölmotor 2 R 130 12—28 PSe bei n = 400—1000, Gewicht mit Kupplung 527 kg

Kämper-Ölmotor 4 R 130, 24—56 PSe bei n = 400—1000, Gewicht mit Kupplung und Anlasser 792 kg

Werbedienst-Druckerei, Berlin-Spandau

A. Bezugsbedingungen

I. Für Bezieher, die nicht dem V. d. I. angehören

(Zuschriften und Zahlungen an den Verlag*) erbeten.)

Die VDI-Zeitschrift erscheint wöchentlich und wird nur vierteljährlich (Ausland ganzjährig) abgegeben. Die Bestellung läuft stillschweigend weiter, wenn nicht 4 Wochen vor Quartal- zw. Jahresschluß eine Abbestellung erfolgt. Die VDI-Zeitschrift kann durch den Verlag, durch die Post und durch den Buchhandel bezogen werden.

Die Bezugsgebühren betragen:

Inland (einschließlich Danzig, Memel- und Saargebiet): Jährlich RM 40.—, vierteljährlich RM 10.—. Einzelheftpreis: RM 1.75, für Mitglieder RM 1.50 zuzüglich RM 0.30 Porto.

Ausland mit vollem Drucksachenporto (Vereinigte Staaten von Amerika, Australischer Bund, Bolivien, Britisch-Indien, China, Dänemark, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Niederländisch-Indien, Norwegen, Peru, Polen, Schweden, Schweiz): Jährlich RM 59.— einschl. der Portokosten.

Übriges Ausland mit ermäßigtem Drucksachenporto: Jährlich RM 50.40 einschl. der Portokosten. (Zahlungen aus Österreich auf unser Postsparkassenkonto Wien 174439 erbeten.)

Erfüllungsort: Berlin, Gerichtsstand: Amtsgericht Berlin-Mitte. — Notwendig werdende Nachforderungen vorbehalten.

II. Für Mitglieder des V. d. I.

(Zuschriften und Zahlungen an den Verein**) erbeten.)

Die Bezugsgebühr für die VDI-Zeitschrift ist in dem Mitgliedbeitrag eingeschlossen. Er beträgt a) Inland: RM 30.—, b) Ausland: RM 37.50 einschließlich Portoanteil.

Für diesen Beitrag werden außerdem die VDI-Nachrichten kostenlos geliefert.

Beitragszahlungen sind nur an den **Verein****) zu richten. Die Lieferung wird erst nach Entrichtung des Beitrages aufgenommen, der satzungsgemäß vor Beginn jedes neuen Vereinsjahres zu entrichten ist.

Bestellungen auf **Einzelhefte** sind an den **Verlag***) zu richten. (Einzelheftpreis für Mitglieder RM 1.50 zuzügl. 30 Pf. Porto.)

Auf Wunsch wird den Beziehern die zu jedem Heft in Form von Karteikarten erscheinende Literaturübersicht kostenlos geliefert.

B. Anzeigenpreise

(Zuschriften und Zahlungen an den Verlag*) erbeten.)

1/1	1/2	1/4	1/8	1/16 Seite
430.—	230.—	120.—	65.—	35.— RM

Nachlaß: bei	6	13	26	52 Aufnahmen innerhalb Jahresfrist
	5	10	20	30 vH

Eintragungen im Bezugsquellen-Nachweis werden mit RM 0.72 für die einspaltige Millimeterhöhe berechnet.

Kleine Anzeigen werden mit RM 0.36 je mm Höhe der 27 mm breiten Spalte berechnet, Stellengesuche für Mitglieder mit RM 0.20, sofern die Bestellung an den Verlag direkt erfolgt, für Nichtmitglieder mit RM 0.30 je mm Höhe.

Annahmeschluß für allgemeine Anzeigen Mittwoch in der Woche vor Erscheinen; für kleine Anzeigen Montag früh in der Erscheinungswoche.

Der Verlag behält sich vor, die Aufnahme von Anzeigen und Beilagen ohne Angabe von Gründen abzulehnen und laufende Aufträge einzustellen. Im übrigen gelten die Bedingungen der Arbeitsgemeinschaft technisch-wissenschaftlicher Zeitschriftenverleger ATZ, der folgende Verleger angehören: VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Verlag Glückauf m. b. H., Essen, Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin.

Erfüllungsort: Berlin, Gerichtsstand: Amtsgericht Berlin-Mitte.

*) VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW7, Dorotheenstr. 40.
Fernsprecher: Merkur 3126, 3127, 4483, 4484, 5460, 6104, 6171, 7454.
Postscheckkonto: Berlin 102 373. Drahtanschrift: Ingenieurverlag.
Bankkonto: Dresdner Bank, Dep.-Kasse F, Spittelmarkt.
Geschäftszeit: 8 bis 4¾ Uhr, Sonnabends bis 1 Uhr.

**) Verein deutscher Ingenieure Berlin NW7, Ingenieurhaus.
Fernsprecher: Zentrum 152 00 bis 152 18, 152 24.
Postscheckkonto: Berlin 6535. Drahtanschrift: Ingenieurverein.
Bankkonto: Deutsche Bank, Dep.-Kasse A, Mauerstraße.
Geschäftszeit: 7¾ bis 4½ Uhr, Sonnabends bis 1 Uhr.

NACHWEIS

DER IM ANZEIGENTEIL ANGEKÜNDIGTEN ERZEUGNISSE

Zur besseren Übersicht und schnelleren Orientierung sind nachstehend die Erzeugnisse aufgeführt, die in den Anzeigen des vorliegenden Heftes angekündigt werden. Die Zahlen hinter den Stichwörtern benennen die Seiten mit den betreffenden Anzeigen. Anzeigen und Firmen wechseln zum Teil. Es empfiehlt sich deshalb, im Bedarfsfalle immer mehrere aufeinanderfolgende Hefte durchzusehen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AUFZÜGE - KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge für alle Gasarten.
Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C 19

BLECHSCHEREN Blechrichtmaschinen

Eisenwerk und Maschinenbau Akt.-Ges.
Düsseldorf-Heerdt 8b
gegr. 1869

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u.dampfhydr. Schmiedepressen,
Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i.W.

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- und Gesenkarbeiten
Adolf Kreuser G. m. b. H. Hamm (Westf.)
Werkstattausführg.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

DAMPFMASCHINEN

für normale und hohe Drücke.
Kondensations- und Gegendruckmaschinen.
Abdampf- und Zwischendampfverwertung.
Umbau veralteter Anlagen.
60jährige Erfahrung.
Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser mit Schreib- und Zählwerk, autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer
Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen, Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser.
Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE-DAMPFMESSER PRESSLUFTMESSER WASSERMESSER

Registrierend, anzeigend und mit addierendem Zählwerk.
Spezialausführung für stoßweise Stoffentnahme DRP.
Ueber fünfzehnjährige Erfahrungen.
Nur beste Qualitätsarbeit.
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 36

PONDO-DAMPFMESSER

mit automatischer Druckberücksichtigung D.R.P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15

DRUCKREGLER

Fabrik- Zeichen
Kondenstopf-Kontr.-Apparate, Trommelflüssigkeitsmesser, Kondensatmesser
Manometer, Thermometer, Zugmesser, Luftmengenmesser, anzeigend u.schreibend, a.m.ablauf. Streifen und elektr. Fernanzeige, elektr. Temperatur - Meßgeräte.
J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

ECONOMISER

Glatt- und Rippenrohr
50jährige Spezialität
Eisenwerk und Maschinenbau Akt.-Ges.
Düsseldorf-Heerdt 8c
gegr. 1869

FABRIK-ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-, Trocken-, Verdampf-Apparate
G. Sauerbrey Maschinenfabrik, Aktiengesellschaft Staßfurt

FEILEN u. RASPELN

aller Art
Carl Offermann, Feilenfabrik
Lennep

FILZ

für alle Zwecke
Vertriebsgesellschaft techn. Filze m.b.H. Leipzig C 1

GESTEINBOHRMASCH.

Elektrische
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

GLEISBAU-MASCHINEN u. GLEIS-GERÄTE,

auch mit Kraftantrieb.
Eigene patent. Bauarten.
Robel & Co., München S 50

GRAPHIT

in Postpaketen und kleinen Fässern
Otto A. Barleben, Dortmund

GRAPHIT

aus eigenen Gruben
für alle Zwecke der Industrie
Vereinigte Graphit- und Tiegelwerke A.-G.
Untergriesbach b. Passau

GRAUGUSS

bis 12 to Stückgewicht
Drees & Co., G. m. b. H.,
Werl 10 i.W.

GRAVIERMASCHINEN

F. Deckel, München 25/o

HÄRTEPULVER

für Einsatz, Aufstreu, Feilen
Lederkohle
hochprozentig, technisch rein in allen Körnungen
Marmorierlederkohle
Klauen- und Knochenmehl
Lederkohlen- u. Härtemittelwerk
G. m. b. H.
Altoberndorf a. Neckar

HYDRAULIK

BRACKER
Pressen
Preßpumpen
Akkumulatoren
Steuerventile
Druckübersetzer
G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

ISOLIERUNGEN

gegen
Schall u. Erschütterung
durch
Schwingungsdämpfer D.R.P. und Korfund D.R.P.
Prospekt 9 gratis
A.-G. EMIL ZORN
BERLIN S 14

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

VERDAMPF-APPARATE VORWÄRMER

G. Sauerbrey
Maschinenfabrik,
Aktiengesellschaft
Staßfurt

VORWÄRMER

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße 30
Maschinenfabrik und Eisengießerei
in Pulsnitz i. Sa.

WAAGEN

Gleis-, Fuhrwerks-, Kran- und Laufgewichtswaagen

Anhaltische Waagenfabrik
Friedr. Otto Müller, Bernburg 1

WAAGEN

Arbeitsgemeinschaft
Carl Schenck G.m.b.H. Darmstadt
Dinse-Schenck Waagenfabrik Berlin-Niederschönhausen

Herstellung selbsttätiger Neigungswaagen größerer Tragfähigkeit

WAAGEN

Waggon- u. Schmalspurgleiswaagen, Lokomotiv- und Bunkerwaagen, Fuhrwerks- und Lastautowaagen, automatische Waagen, Mischwaagen, Waagen für jeden Spezialzweck
Drehscheiben, Rangieranlagen, Achssenken.

August Böhmer & Co., Magdeburg.

WAAGEN

jeder Art und Größe
Schaltwaagen D.R.P. und Ausl.-Pat.
Automatische Schnellwaagen
Spezialwaagen
zur Erzielung exakter Mischungen

Dinse-
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Spezialfabrik für Wägemaschinen
Berlin-Reinickendorf-Ost

WAAGEN

Vollautomatische
Neigungswaagen
handelsgeeicht

Dopp-Schnellwaagen-
Vertriebsgesellschaft m.b.H.
Berlin W 35
Potsdamer Straße 43

WAAGEN

Waggon- u. Doppelwaggonwaagen, Automobil- und Fuhrwerkswaagen, Schmalspurbahn-, Lagerhaus-, Laufgewichts- und Dezimalwaagen, Hängebahn- und Kranwaagen, Hütten- und Gattierungswaagen.
Neuzeitliche Sicherheits-Schnellwaagen für jeden Verwendungszweck. Automatische Waagen für Rollbahnen, Hängebahnen, Förderbänder, Conveyor usw., Spezialkonstruktionen für alle Bedürfnisse.
Düsseldorfer Waagen- und Maschinenfabrik
Ed. Schmitt & Cie., G.m.b.H.,
Düsseldorf-Eller.

WAAGEN

zum Wiegen in jeder Größe u. Wiegekraft
Waggon- u. Fuhrwerkswaagen
Losenhausenwerk
Düsseldorf. Gegr. 1880

WAAGEN

Waggonwaagen
Auto- und Fuhrwerkswaagen
Erzzubringerwaagen
Koksofenfüllwaagen
Lagerhauswaagen
Eichfäh. autom. Waagen für Erz, Kohle, Kali usw.

A. Spies, G.m.b.H.,
Siegen i. Westf.

WAAGEN

Eisenbahn-Gleiswaagen
Fuhrwerks-Waagen
Laufgewichts-Waagen

Ludwig Vogt
Waagenfabrik
Leipzig N. 21 a. Gegr. 1847.

WAAGEN

Heinrich Welb & Söhne G.m.b.H.
Offenbach a. M.

Gleis-, Auto- u. Fuhrwerkswaagen, Kran- und Laufgewichtswaagen

WÄSCHEREI-ANLAGEN

Engelhardt & Förster G.m.b.H.
Wäschereimasch.-Fabrik Bremen
Waschmaschinen, Zentrifugen, Absaugmangeln

WÄSCHEREIANLAGEN UND EINRICHTUNGEN

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

WASSERMESSER

Flügelradmesser „Optima" D.R.P., Volumen- und Woltmannmesser, Venturimesser mit Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D.R.P., Sonderausführungen für Heißwasser und sonstige Flüssigkeiten.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

WASSERMESSER

für alle Betriebsverhältnisse und alle Verwendungszwecke
Hydrometer A.-G., Breslau III

WASSERREINIGUNG

Filterung, Klärung, Enthärtung, Entkeimung, Entgasung, Enteisenung, Entsäuerung, Entmanganung

Paul Martiny & Co., Dresden A 55

WASSERREINIGUNG

Enthärtung
durch
PERMUTIT
auf gar. Null Grad mittels automatischer Filtration

Enteisenung
Entmanganung
Mechanische Filtration

Völlige Entgasung des Kesselspeisewassers zur Vermeidung aller Anfressungen

PERMUTIT
Aktiengesellschaft
Berlin NW 6 IV

WASSERREINIGUNGS-ANLAGEN

Enteisenung, Entmanganung, Entsäuerung, Filtration.

BRAMA
Brandenburgische Maschinenbau G. m. b. H.
Berlin-Charlottenburg 1
Berliner Str. 139/40

WASSERREINIGUNGS-ANLAGEN

Enteisenung, Filtration
Halvor Breda A.-G.
Berlin-Charlottenburg 2

WASSERSTANDS-GLÄSER

aus Durobax- und Felsenglas für höchste Ansprüche. Dieselben mit Reflektorstreifen D. R. G. M.
Reflexionsglasplatten aus Maxos- und Preßhartglas mit festen Hochdruckdichtungen D. R. G. M.

A. Bunnenberg, Düsseldorf.
Fabrik technischer Gläser.

WASSERSTANDS-REGLER

Fernwasserstandsanzeiger, Alarm-Apparate, Feuerzugregler – für Dampfkessel
Druckregler für Pumpen
Sicherheitsventile f. Speiseleitungen
Wasserstandsregler Patent
Emil Hannemann G.m.b.H.
Berlin-Frohnau.

WEICHGUSS-FITTINGS

G·W·H

mit und ohne Rand.
Schwarz und bestens feuerverzinkt
Gußstahlwerk Wittmann Akt.-Ges.
Haspe i. Wf.

ZÄHLER

Umdrehungs-, Hub- und Meter-Zähler für Handgebrauch und zum Anbau an Maschinen.
J. Hengstler K.-G., Zählerfabrik
Aldingen b. Spaichingen

ZEICHENMASCHINEN

„ISIS" D.R.P.
schnell
unverwüstlich
hervorragend genau

Drucksache 67 u. Probemaschinen durch

Dr. Graf G.m.b.H.
Gotha

ZENTRIFUGEN

zum
TROCKNEN
TRENNEN
KLÄREN
für alle
Verwendungszwecke

Gebr. Heine, Viersen (Rhld.)

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

VDI STELLENGESUCHE VDI

Automobil-Ingenieur

Seit 1910 erfolgreicher Renn- und Konkurrenzenfahrer, Leiter von Montagen, Fahrabteilungen und Bremsen großer Automobil-Fabriken

sucht passenden Wirkungskreis

Offerten unter B. 233 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6827)

BETRIEBSTECHNIKER

32 Jahre, 12jährige Praxis im allgem. Maschinenbau, Instandhaltung von Betriebsanlagen, Mechanisierung u. Verbilligung von Arbeitsverfahren. Zur Zeit Leiter eines größeren Unternehmens im Auslande, (c. 619)
sucht geeigneten Wirkungskreis.
Angebote unter O. 267 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Anfangs-Stellung

sucht Vorzugsabsolvent einer Wiener techn. Mittelschule. (6804)
Gefl. Zuschriften unter „Strebsam 8085" an M. Dukes Nachf. A.-G., Wien I/1.

DR.-ING.

Maschinenbauer, guter Mathematiker, mit besonderen langjährigen Erfahrungen in Meß- u. Reguliertechnik, Feinmechanik, Elektrotechnik, sucht möglichst zum 1. Oktober neuen geeigneten Wirkungskreis, auch Lehrberuf, angenehm. (c. 620)
Angebote unter V. 273 an den Verlag dieser Zeitschrift.

MITTELDEUTSCHLAND
Sitz Berlin und Halle a. S.

Direktor, mit langjähr., sehr guten Beziehungen zur gesamten Industrie, wie Maschinenfabriken u. Apparatebau, Eisenhandel, Braunkohle, Kali, Chemie, Zement, Steinbrüchen, Papier, Zucker, zu Verbänden u. Behörden etc., große Erfolge, Organisator, gute Referenzen, früher selbst Konstrukteur u. Oberingenieur, sucht die Interessen (Zweigbüro) eines Konzerns, oder Generalvertrieb bzw. Filiale nur erster Firmen zu übernehmen.
Rückfr. unter A. 254 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 614)

Regierungsbaumstr. a. D.
d. Maschinenbaufaches, 29 J., 1½ J. Werkstattprax. u. Burotätigkeit, ca. 3 J. Reichsbahnbauführer,
sucht geeignet. Wirkungskreis
Angb u. F. 303 an den Verlag d. Zeitschr. (c. 628)

Junger Ingenieur

(Absolv. des Technik. Mittweida) gel. Mechaniker m. 5j. Werkstatt-Praxis, lange selbständ. auf Prüf. u. Versuchsfeld für kompressorlose Dieselmotoren tätig gew., sucht f. 1. Aug. Anfangsstellg. Ia. Zeugnisse u. Ref. (6814)
Off. unt. M. 243 an den Verlag d. Ztschr.

Werkstattingenieur, 38 Jahre alt, mit 15jähr. Praxis, zuletzt 3½ Jahre im Ausland, sucht, gestützt auf gute Zeugnisse, selbständige Stellung als
Betriebsleiter, od. Montageing. für das **In- od. Ausland.**
Angeb. unter S. 270 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6855)

Junger Ingenieur sucht neuen Wirkungskreis als
Betriebsassistent od. im Normen- u. Kalkulationswesen.
Mit den neuesten Anforderungen obiger Gebiete vertraut. Gute Zeugnisse. Selbständige Kraft. (c. 615)
Angebote unter K. 263 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Ingenieur
Mitte vierzig, mit 22jähriger Büro- und Betriebspraxis im Maschinen- u. Apparatebau (Kesselschmiede) für die Zucker- und chemische Industrie, langjähriger Oberingenieur eines stillgelegten großen Werkes, gewandter Verkäufer, zielbewußt, tatkräftig sucht Stellung zum 1. Oktober od. früher als Reiseingenieur, Betriebsleiter oder Bürovorsteher. (6795)
Angebote erbeten unter C. 190 an den Verlag dieser Zeitschr.

Masch.-Ing.

25 J. alt, wünscht sich zu verändern, auch ins Ausland (Tschechoslowakei). (c. 617)
Angebote u. M. 265 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Junger
Dipl.-Ing.

in ungekündigter Stellung, seit ½ J. in Kunstseidebetrieb (Reißbrett) tätig, sucht Stellung auf Konstruktionsbüro od. im Betrieb einer guten Maschinenfabrik. Angebote erbeten unter S. 292 an den Verlag dies. Zeitschr. (c. 626)

Maschinen-Ingenieur
24 Jahre, led., m. gt. Zeugniss., speziell **Transportanlag.** sucht sof. od. spät. Stellung, gl. welch. Art. Ang. b. u. E.H., hauptpostl. Barmen

Langjähriger Spezialist im Triebwerkbau

zur Zeit als Oberingenieur und Leiter eines Filialbüros tätig,
sucht
gestützt auf Ia Referenzen und langjährige Erfahrung (c. 616)
anderweit Engagement bei erstkl. Spezialfirma, evt. als Reiseingenieur od. Filialleiter.
Offerten unter N. 266 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Dringende Bitte

Bewerbungsunterlagen, wie Zeugnisabschriften, Lichtbild usw. sind für den Stellungsuchenden

Wertobjekte

Es wird deshalb dringend gebeten, solche Unterlagen den Einsendern stets mögl. sofort wieder zurückzusenden, um ihnen die Kosten für Neuanschaffung zu ersparen.

DER VERLAG

Handels-Ingenieur (VDI)

Hochschulbildung T. H. Chlbg. und 6 Sem. Univers. Berlin (jur. et rer. pol.), 30 Jhr., ledig, repräsentable Erscheinung. Gründl. kaufm. u. techn. Kenntnisse (allg. Maschinenbau und Elektrotechnik). Sprachkenntn. engl., span. u. franz. Bisher erfolgr. Tätigkeit bei ersten Werken im In- und Auslande. Versiert in allen Zweigen techn. Verwaltung und Verkaufspraxis. Beste Kenntn. i. Materialprüfwesen ehem. Assistent T. H.). Zielbewußte, energische und unermüdliche Arbeitskraft, tüchtiger Organisator in Innen- und Außenverwaltung, guter Disponent; gewandt im Verkehr m. in- und ausl. Kundschaft, Behörden u. Untergebenen.
Gesucht wird leitende Dauerstellung m. Inoder Auslandstätigkeit. Zur Zeit in ungekündigter Position als kaufm. und techn.-wissenschaftlicher Mitarbeiter bei großem Industrieverband. (6821)
Erste Korrespondenz erbeten unter G. T. W. 1928 an Postamt Berlin W 9.

Junger, strebsamer

Maschinen- und Wärme-Ingenieur

25¾ J., unverh., m. gut. prakt. u. theor. Kenntnissen in Kraftmasch. u. Wärmewirtschaft, Abs. d. Gew.-Akad. Oldenburg, 2½ J. Büro- u. Werkstattpraxis, Autoführerschein sämtlicher Klassen vorhanden, sehr energisch u. zielbewußt, sucht b. bescheid. Ansprüchen Stellung als Betriebsassistent in Kraftwerken, Hüttenwerken, Gaswerken, chem. Betrieben u. ähnl. Angebote erbeten unter U. 140 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 624)

INGENIEUR, V. D. I.

35 Jahre, verh., 4 Jahre Werkstattpraxis, 8 Jahre in leitender Betriebsstellung bei Blech- und Kleineisenwarenfabriken (Rohrleitungs-, Ventilatoren-, Apparatebau etc., Nietenfachmann) (6862)

sucht neues Betätigungsfeld.

Auch Anfangsstellung bei Einarbeitung in neues Gebiet (Feinmechanik, chem. Apparatebau- und Industrie). Nachweislich guter Organisator, Ia Zeugnisse u. Referenzen.
Angebote unter U. 272 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Masch.-Ing. (Dipl.-Ing.)

sucht Stelle als Betriebs-Ingenieur

in großem mod. Dampfkraftwerk. Reiche Erfahrungen im Kesseldienst, Da.-, Turb.- und Schalttafelwesen. Sehr strebsam, arbeitsfreudig u. zielbewußt. Erste Ref., z. Zt. in ungek. Stellg. in Großkraftwerk rhein. Großstadt. Antritt evtl. 1. VIII. 28. (6846)
Gefl. Angeb. unter Z. 253 a. d. Verl. dies. Zeitschr.

Junger, strebsamer

Maschinen-Ingenieur

23 Jahre alt, ledig, mehrj. prakt. Ausbild., Abs. d. Gewerbe-Hochschule Köthen, umfassende Allgemeinkenntnisse, bes. Erfahrung in Vorrichtungsbau, wirtsch. Fertigung u. Kalkulation nach d. neuesten Grundsätzen des AWF zielsicheres Auftreten, sucht, gestützt auf gute Zeugnisse, baldigst passende Anfangsstellung.
Offerten unter L. 264 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 618)

Betriebsleiter (Dipl.-Ing.)

34 Jahre alt, energisch, arbeitsfreudig, mit reichen praktischen und theoretischen Kenntnissen, schöpferische Persönlichkeit (mehrere Patente), Spezialkenntnisse: Schnitte- und Stanzenbau, elektrische Kleinstmotore, Kollektorbau, Werkzeuge und Spezialmaschinen, fließende Fertigung, in ungekündigter Stellung, sucht, gestützt auf gute Zeugnisse, Position als

Betriebsleiter oder Betriebsdirektor

Angebote erbeten unter C. 300 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6873)

Dipl.-Masch.-Ing.

6 Jahre Büropraxis, m. kaufm. Erfahrungen, arbeitsfreudig, anpassungsfähig, sucht, gestützt auf gute Zeugnisse u. Referenzen, selbständige Stellung (6875)

in Verwaltung oder Büro

Gefl. Ang. unter A. 298 an den Verlag dieser Zeitschrift.

VDI STELLENANGEBOTE VDI

Betriebsingenieur

Für den durchlaufenden Schichtbetrieb eines großindustriellen Werkes in Berlin wird ein umsichtiger jüngerer Maschinening. mit gediegenen praktischen Erfahrung. als Schichtleiter gesucht.

Bewerber, welche über besondere Arbeitsfreudigkeit verfügen und sich durch restlose Hingabe an ihren Beruf eine Lebensstellung schaffen wollen, werden gebeten, Lebenslauf, Zeugnisabschrift., Gehaltsanspr. u. Lichtb. unt. G. 304 an den Verlag dies. Ztschr. zu senden. (6887)

Kohlen-Aufbereitung

Gesucht werden für westdeutsche Maschinenfabrik zum möglichst baldigen Eintritt mehrere selbständige

Gruppenkonstrukteure

mit nachweisbar längerer Praxis, sowie einige flotte (6857)

Detailkonstrukteure

Nur erstklassige Kräfte wollen sich unter Beifügung von Lebenslauf, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin melden unter G. T. 1017 durch Ala, Haasenstein & Vogler, Köln.

Schnellaufende Dieselmotoren

Selbständige

Konstrukteure

mit abgeschlossener Hochschulbildung für den Bau von kompressorlosen Hochleistungsdieselmotoren gesucht.
Nur Angebote von Herren, die über mehrjährige Erfahrungen verfügen und wissenschaftlich besonders befähigt und durchgebildet sind, können berücksichtigt werden.
Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Gehaltsanspr., Referenzen pp. erbeten unter A. 6653 an Ala-Haasenstein & Vogler, Berlin NW 6. (6870)

Wir suchen zum sofortigen Antritt einen tüchtigen

Hilfskonstrukteur

mit langjährigen Erfahrungen für unsere Abteilung Motorradbau. Bewerber, welche an sauberes und flottes Arbeiten gewöhnt sind und über Referenzen von nur ersten Firmen verfügen, wollen Offerten einreichen unter P. 268 an den Verlag d. Ztschr. (6859)

Wir suchen für unser Konstruktionsbüro (Chem. Fabrik) zum 1. Juli einen tüchtigen, selbständigen

KONSTRUKTEUR

mit mehrjähriger Praxis im Apparate- oder Kran- und Eisenbau, welcher an flottes, sicheres Arbeiten gewöhnt ist; Alter bis 35 Jahre.
Gefl. Angebote mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften erbeten unter R. 269 an den Verlag dies. Zeitschrift. (6856)

Chemische Fabrik

(Cellulose-Veredlung)

sucht Ingenieur zur Ausführung von Laboratoriums-Versuchen und Uebertragung derselben in den Betrieb. Herren mit Kenntnissen auf dem Gebiet der Papierverarbeitung u. d. Konstruktion der Papierverarbeitungs-Maschinen bevorzugt. (6828)
Gefl. Angebote unter A. 232 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Chemisch-techn. Fabrik

sucht

Dipl.-Ingenieur

mit mindestens zweijähr. Konstruktions- und ebenso langer Betriebspraxis.
Angebote mit lückenlosem Lebenslauf, Gehaltsanspr., Eintrittstermin an den Verlag dies. Zeitschrift unter V. 295. (6882)

Wir suchen einen

Werbe-Ingenieur

der in der Ausarbeitung von technischen Aufsätzen und Drucksachen bewandert ist, sowie gute Kenntnisse und Erfahrung in der Dampftechnik besitzt. Erwünscht sind technologische Kenntnisse der dampfverbrauchenden Industrien (Zellstoff, Textil, Zucker, Brauereien usw.). Schriftliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Angabe des frühesten Eintrittstermins u. der Gehaltsansprüche an (6886)

Ruthsspeicher-Gesellschaft

Berlin SW 61, Tempelhofer Ufer 11.

Tüchtiger Konstrukteur

mit Erfahrung im modernen Schleifmaschinenbau in Dauerstellung von Maschinenfabrik in der Nähe von Frankfurt am Main gesucht. Ausführlich gehaltene Angebote mit Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin erbeten unter F. 237 an den Verlag dies. Ztschr. (6822)

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Wir suchen einen
ERSTEN KONSTRUKTEUR,
bevorzugt Diplom-Ingenieur, mit eingehenden theoretischen und konstruktiven Kenntnissen für den Bau von Hoch- und Nieder-Zentrifugalpumpen, der auch in der Lage sein muß, die erforderlichen Angebote auszuarbeiten und den dazugehörigen Schriftwechsel selbständig zu erledigen.
Meldungen unter Angabe des frühest. Eintrittstages, der Gehaltsanspr., Beifügung von Zeugnisabschr., Referenzen, Lebenslauf u. Lichtbild sind zu richten unt. W. 164 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6773)

Niederrheinische
OELFABRIK
vegetabilischer Öle und Fette sucht
Betriebsleiter
zum baldigen Eintritt.
Nur Herren mit mehrjähriger praktischer Tätigkeit auf dem Gebiet der Herstellung vegetabilischer Öle und Fette wollen sich melden.
Bewerbungen mit Bild, Lebenslauf, Zeugnissen, Referenzen und Ansprüchen unter P. 158 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6754)

Wir suchen zum baldigen Eintritt mehrere jüngere Ingenieure aus der
Preßluft-
Werkzeugbranche, die sich für den Verkauf eignen. (6840)
Offerten mit Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten unter T. 249 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Dringende Bitte
an die
Stellen ausschreibenden Firmen!

Die Klagen der Stellensuchenden, daß ihre Bewerbungsunterlagen gar nicht oder erst nach Monaten zurückgesandt werden, hören nicht auf. Die Not der stellensuchenden Fachgenossen veranlaßt uns, die ausschreibenden Stellen dringend um Beachtung folgender Punkte zu bitten:

1. Fassen Sie Ihre Anzeige stets genau, damit sich nur die bewerben, die dafür in Frage kommen.
2. Prüfen Sie das eingehende Bewerbungsmaterial und antworten Sie den Bewerbern so bald als möglich.
3. Senden Sie die Unterlagen, wie Zeugnisabschriften, Photographien usw., möglichst unter Nennung Ihres Namens oder wenigstens mit dem fraglichen Ziffern-Zeichen sofort frankiert an die Nichtberücksichtigten zurück.
4. Halten Sie darauf, daß die Bewerbungsunterlagen in einem Zustande zurückgelangen, der ihre weitere Verwendung zuläßt. Sie ersparen dadurch den Einsendern die Kosten für Neuanschaffungen.

VDI-Verlag G. m. b. H. Berlin NW7 Dorotheenstr. 40

Für unser Dampfturbinen-Konstruktionsbüro suchen wir noch einige erfahrene
Konstrukteure
mit bester theoretischer und praktischer Ausbildung. Nur erste Kräfte mit Dampfturbinenpraxis wollen sich melden.
Gefl. Angebote, enthaltend: Bildungsgang, lückenlose Zeugnisabschriften, Referenzen, Lichtbild, Gehaltsansprüche und früh. Eintrittstermin erbeten an (6830)
WUMAG, Görlitz
Abteilung Maschinenbau.

Zur selbständigen Leitung der Abteilung
Exhaustorenbau
wird ein Ingenieur mit reichen Erfahrungen auf dem Spezialgebiet von
Späneabsaugungs- und Luftheizungsanlagen
gesucht. Angebote mit Gehaltsforderung, Referenzen, Lichtbild u. Zeugnisabschriften erbeten an den Verlag dieser Zeitschrift unter J. 240. (6818)

Webstuhlfabrik
sucht für ihr Zweigwerk
technischen Leiter
Derselbe muß über ausgedehnte Werkstättenpraxis verfügen, mit der Massenerzeugung von Teilen vertraut und an selbständiges Arbeiten gewöhnt sein.
Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild, sowie Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermines erbeten unter B. 6585 an den Verlag d. Ztschr. (6620)

INGENIEUR
von erster Firma des Rheinlandes für ausbaufähige Stellung und spätere Vertretung des Inhabers gesucht. Bedingung: umfassende Kenntnisse auf dem Gebiete der sanitären Installation, dem Heizungswesen und verwandten Gebieten. Bewerber muß neben organisatorischer Begabung Erfahrung in der Kundenwerbung besitzen. (6825)
Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter D. 235 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Metallwarenfabrik in Großstadt Sachsens sucht
jüngeren Ingenieur
zur Konstruktion von Spezialwerkzeugmaschinen. Es kommen nur Herren in Frage mit mehrjähriger Werkstatt- u. Büropraxis im Werkzeugmaschinenbau, die befähigt sind, nach Angabe selbständig zu konstruieren. (6868)
Offerten mit Lebenslauf, Gehaltsansprüchen und frühestem Antrittstermin unter E. 280 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Wir suchen zur Unterstützung unserer Bauleitung für unseren Kabelwerkneubau
INGENIEUR
aus dem allgemeinen Maschinenbau mit Erfahrung in der Projektierung von Rohrleitung, Transmissionen, Antrieben etc. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten an (6864)
Dr. Cassirer & Co. A. G.
Kabel- und Gummiwerke, Charlottenburg.

Ingenieur
mit langjähriger Praxis im Bau von
Hartzerkleinerungsmaschinen
und Transportanlagen, auch für die Reise geeignet, nach Österreich gesucht. Ausführliche Offerte erbeten unter „Steinbrecher"/E. 170 an den Verlag dieser Zeitschrift. (6766)

Als
LEITER
unserer Abteilung für
Quecksilber-Gleichrichter
suchen wir einen Herrn mit reicher Erfahrung in Entwurf, Projektierung und Verkauf.
Ausführl. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschr., Gehaltsanspr., Angabe des frühesten Eintrittstermins zu richten unter Kennwort „Gleichrichter" an das Personalbüro der (6866)
Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G.
Berlin N 65.

Stellengesuche und -angebote sowie An- un[illegible]rkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Feuerungstechniker
gesucht

Großer Binnenschiffahrtskonzern sucht einen Techniker, der das feuerungstechnische Gebiet vollständig beherrscht, Verdampfungsversuche ausführen kann und der in der Lage ist, sämtliche Arten von Schiffsmaschinen zu indizieren, Diagramme auszuwerten, selbständig notwendige Reparaturen anzuordnen und über den Zustand und die Wirtschaftlichkeit der Kessel- und Maschinenanlagen fachgemäß zu berichten. Aufgabe des Gesuchten wäre eine ständige Kontrolle insbesondere der in Fahrt befindlichen Fahrzeuge. (6824)
Angeb. unt. E.236 a. d. Verlag dies. Zeitschr.

Jüngerer Konstrukteur

t reichen Erfahrungen im Bau von Nah-rdermitteln (Bahntransporteuren, Elevatoren, atzern, Transportschnecken etc.) zum möghst baldigen Antritt

nach Halle (S.) gesucht

Ausführliche Angebote mit Zeugnisabschrif-, Gehaltsansprüchen etc. unter J. 262 an n Verlag dieser Zeitschrift. (6848)

Akquisiteure

zum Verkauf unserer AS-Kälteautomaten für verschiedene Bezirke des Reiches gesucht.

Bewerber, die mit der Branche vollständig vertraut sind und eine gleichartige langjährige erfolgreiche Tätigkeit auf diesem Gebiet nachweisen können, wollen Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, lückenlosen Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe von Referenzen, der Gehaltsansprüche und frühesten Eintrittstermin einreichen

BROWN, BOVERI & CIE.
Aktiengesellschaft,
Mannheim,
Abt. V. (6763)

4 *Gesichtspunkte*
die jeder
Stellensuchende
in seinem eigenen Interesse
beachten sollte:

1. **Bewerben Sie** sich nur auf solche Angebote hin, denen Ihre Fachkenntnisse entsprechen.
2. **Legen Sie** Ihren Bewerbungen nur die Abschriften der wichtigsten Unterlagen bei; Originale nur dann, wenn sie gefordert werden.
3. **Geben Sie** bei Zifferanzeigen das genaue Kennwort an. Dadurch vermeiden Sie zeitraubende Rückfragen und unnötige Verzögerungen in der Zustellung an die ausschreibenden Firmen.
4. **Achten Sie** auf klare und deutliche Schrift und richtige Frankierung Ihrer Bewerbungsschreiben.

Lassen Sie diese Punkte außer acht, so tragen Sie selbst Schuld, wenn Sie Ihre Bewerbungsunterlagen gar nicht oder verpätet zurückerhalten.

VDI-VERLAG

Wir suchen für unser hiesiges Konstruktions-Büro einen

tüchtigen flotten Konstrukteur

der gewohnt ist, rasch, umsichtig und wirtschaftlich zu arbeiten, zur Ausarbeitung von Neuanlagen und Betriebsverbesserungen.

Weg. Wohnungsmangel kommen nur ledige Herren in Frage.

Angebote müssen enthalten: lückenlosen Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen, Lichtbild, Gehaltsansprüche, frühesten Eintrittstermin. (6870)

Österr.-amerik. Magnesit A. G.
Radenthein, Kärnten

Für unsere Abteilung
Gummimaschinen
suchen wir einen (6867)
jüngeren Konstrukteur
der über gute Erfahrung verfügt und bei ersten Firmen dieser Branche tätig gewesen ist.

Angaben über Lebenslauf, frühesten Eintrittstermin und Gehaltsansprüche sind zu richten a. d. Verl. dies. Ztschr. unt. H. 305.

Großwerft sucht zu möglichst sofortigem Antritt

Konstrukteure

für Dieselmaschinen, mit 4—5 jähriger Konstruktionspraxis bei erstklassigen Firmen. (6877)

Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen, Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten unter S. L. 9554 an die Ala-Haasenstein & Vogler, Hamburg 36.

VERKAUFS-INGENIEUR

mit gründlicher Werkstattpraxis, guten techn. Kenntn. von Werkzeugmaschinen, gewandt im Verkehr mit der Kundschaft, für Berlin u. Provinz Brandenburg in gut bezahlte Dauerstellung von erster, renommierter Berliner Firma gesucht. Diskretion zugesichert. Gefl. ausf. Angebote mit Alter, Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Eintrittstermin erbeten unter H. 261 an den Verlag d. Zeitschr. (6849)

Diplom-Ingenieur des Kraftfahrwesens

mit Erfahrungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik u. mit sämtlichen Führerscheinen als

LEHRER

für eine technische Schule zum 1. Okt. 1928 gesucht. Mit der Stelle ist die Leitung einer kraftfahrtechnischen Lehrwerkstatt verbunden. (6841)

Geeignete, völlig gesunde Bewerber reichen Zeugnisse, Lebenslauf, Lichtbild unter Angabe von Referenzen bis 15. Juli 1928 unter U. 250 an den Verlag dieser Zeitschrift ein.

Tüchtiger und geschäftsgewandter Ingenieur
erstklassiger Konstrukteur

für Adjustage- u. Blechbearbeitungsmaschinen, Pressen, Scheren, Stanzen usw., zum alsbaldigen Eintritt gesucht. (6829)

Ausführliche Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen unter Z. 231 an den Verlag dieser Zeitschrift erbeten.

Selbständig arbeitender Ingenieur mit reichen Erfahrungen im Bau von

Luftförder-Anlagen

für alle Schüttgüter (wie Getreide, Kohle u. dergl.) gesucht.

Ausführl. Angebote mit Angabe von Referenzen, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehalt an den Verlag d. Zeitschr. unter H. 239. (6817)

Gesucht nach Stuttgart
KONSTRUKTIONS-INGENIEUR

möglichst mit Erfahrung in Heizung und Lüftung. Nur tüchtige Kraft brauchbar. (6826)

Angebote unter C. 234 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Erstklassiger Konstrukteur
für
FLÜSSIGKEITS-GETRIEBE

von größerer Maschinenfabrik sofort gesucht. In Frage kommen nur Herren mit nachweisbarer Erfolgspraxis. Angebote mit Zeugnisabschriften und Referenzen erbeten unter D. 279 an den Verlag d. Zeitschr. (6869)

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

VERSCHIEDENES

[D]ieses Heft enthält Prospekt-Beilagen von:

Heinrich Kämper Motorenfabrik A.-G., Berlin-Marienfelde
Maschinenfabrik Sürth, Sürth b. Köln a. Rh.
H. F. Schnicke, Chemnitz i. Sa.
VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

V D I - Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Peter Valerius, Berlin NW 40
Druckpapier von Ernst A. Geese, Berlin SW 68. Druck von H. S. Hermann & Co., Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 19.